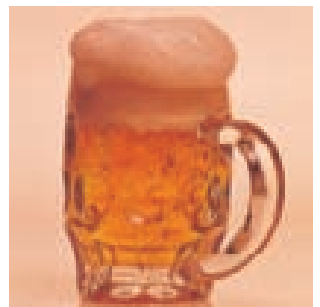
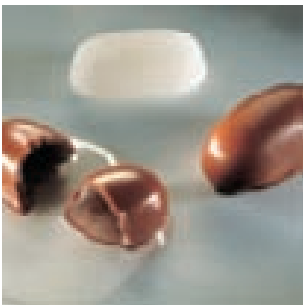
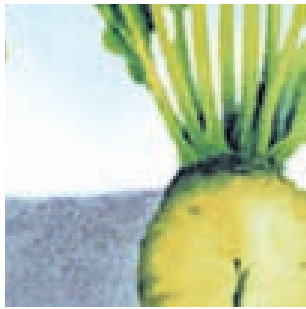


RI Auringon energiasta R elintarvikkeiden E valmistusaineeksi K S O S





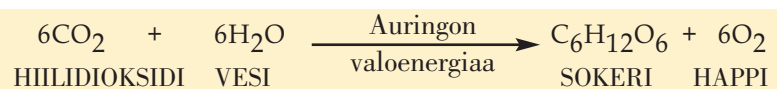
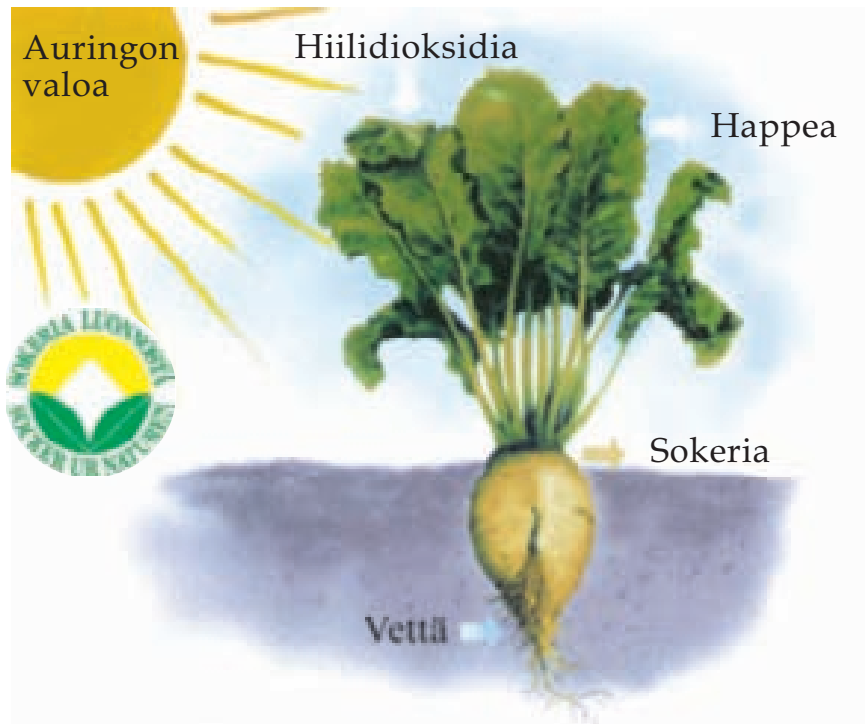
SOKERI: Auringon energiasta elintarvikkeiden valmistusaineeksi

Sokeri on auringon energiaa	2
Sokerilla on keskeinen tehtävä ravintoketjussa	3
Sokerin tuottajat	4
Sokerikasvista sokerikiteiksi	5
Nestesokerit - käyttövalmiit sokeriliuokset	6
Sokerisiirapit	7
Tomu-, rae- ja fariinisokeri	7
Pomadajauhe ja muut erikoissokerituotteet	7
Elintarvikkeiden sokeri on sakkaroosia	8
Sakkaroosi on glukoosia ja fruktoosia	10
Sokeri on hiilihydraattien perusyksikkö	11
Ravintomme hiilihydraatit imeytyvät sokereina	12
Kuitu hidastaa sokerien imeytymistä	12
Glykogeeni - elimistön hiilihydraattivarasto	12
Tavallista sokeria myös diabeetikoille	13
Glykeeminen indeksi vaatii lisätutkimusta	13
Sokeri on osa tasapainoista ruokavaliota	14
Sokerin saanti	14
Elimistön energianlähteet	14
Elimistö ei laske kaloreita	15
Hiilihydraatit lisäävät kylläisyyden tunnetta	15
Energiatiheys ja kylläisyys	15
Nälkä vai ruokahalu?	15
Sokeri ja painonhallinta	16
Painonhallinta – osa elämisen taitoa	16
Istuvan ihmisen pulma vaatii liikunnan lisäämistä	16
Laihduttaminen – ei oikoteitä onneen	16
Suomalaiset syövät vähemmän kuin ennen – ja painavat...	17
Sokerin käyttäjätkö ylipainoisia?	17
Keinomakeutettujen virvoitusjuomien osuus kasvaa	17
Jälkiruoka keventää ja tarjoaa aistielämyksiä	18
Ruokapöytä on katettu. Istutaan pöytään...	18
Jälkiruoka on osa ateriakokonaisuutta	18
Sokeri lisää marjojen ja hedelmien käyttöä	18
Sokeri voi olla kevyttä hyvää	19
Sokeri ja rasva lisäävät energiatheyttä	19
Vähemmän on enemmän	19
Mieltymys makeaan on synnynnäistä	19
Sokeri ja hampaiden terveys	20
Käyttötapa ratkaisee	20
Aikuisten suun terveys kohentunut	20
Hammasterveyden hyvä kehitys nuorilla hidastumassa	21
Hampaiden reikiintyminen keskittyy entistä harvemmillä	21
Ehkäisevä hammashoito	21
Sokerilla on monta tehtävää elintarvikkeissa	22
Kaikki alkaa sokerista	24
Sakkaroosin rakenne ja pysyvyys	25
Liukoisuus	26
Kiteytyminen	38
Lasittuminen ja lasisiirtymä	30
Amorfinen sokeri	32
Viskositeetti	34
Invertoituminen	36
Vaikutus veden aktiivisuuteen	38
Vaikutus tasapainokosteuteen	39
Kiehumispisteen kohoama	40
Jäätymispisteen alenema	41
Käymiskyky	42
Ruskettumisreaktiot	44
Makeus	46
Sanasto - sokerit ja makeutusaineet	48
Sokerien aineominaisuuksia (taulukko)	50
Elintarvikkeiden makeuttajien luokittelu ja ominaisuudet (taulukko)	50

Sokeri on auringon energiaa

Vihreiden kasvien fotosynteesi on kaiken elämän perusta maapallolla. Fotosynteesissä auringon energia varastoituu sokeriksi. Samalla ilmakehään vapautuu happea. Eläimet eivät pysty käyttämään auringon valoa suoraan energianlähteenään. Ne joutuvat hankkimaan energiansa syömällä kasveja tai toisia eläimiä, joiden energiansaanti riippuu kasveista. Kasvit muuntavat auringon energian kemialliseksi energiaksi ja varastoivat sen hiilihydraatteihin, rasvoihin ja proteiineihin.

Hiilihydraatit ovat ruokavaliomme perusta. Tärkeimmät ravintomme hiilihydraatit ovat viljatuotteiden ja perunan tärkkelys sekä kasvien, hedelmien ja marjojen sisältämät sokerit. Tavallinen sokeri eli sakkaroosi on glukoosista ja fruktoosista koostuva lyhytketjuinen hiilihydraatti.















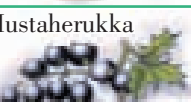


Elävän solun energian saanti perustuu glukoosin hajoamiseen solun sisällä. Energian vapautuessa solun käyttöön sokeri hajoaa hapen avulla vedeksi ja hiilidioksidiksi:



Ihminen ei kykene fotosynteesiin.

Sokerilla on keskeinen tehtävä ravintoketjussa

Kasvi	Vettä tuore-painosta %	Sokereita kuiva-aineesta %				
		Glukoosi	Fruktoosi	Sakkaroosi	Muut	Sok. yht.
 Porkkana	88,2	13,6	12,3	14,9	-	40,8
 Kurkku	96,8	27,5	31,3	1,5	-	60,3
 Tomaatti	94,2	15,5	24,5	0,2	-	40,2
 Keräkaali	92,1	20,3	25,6	1,2	-	47,1
 Sipuli	87,6	18,1	14,8	15,4	-	48,2
 Omena	85,3	11,8	40,2	17,6	3,9	73,5
 Appelsiini	85,7	16,0	17,5	24,5	-	58,0
 Banaani	73,9	14,6	14,6	40,6	-	69,7
 Viinirypäleet	81,1	38,5	38,8	2,2	-	79,5
 Ananas	85,3	14,5	16,6	53,3	-	84,4
 Mustikka	84,9	15,4	21,7	1,6	0,1	38,7
 Puolukka	87,4	21,1	5,9	4,2	-	31,2
 Vadelma	84,5	11,6	13,2	1,4	0,1	26,3
 Mansikka	89,5	19,0	20,3	10,6	0,6	50,5
 Mustaherukka	81,3	14,4	19,1	3,9	-	37,4

Eläinkunta on kasvien tuottaman ravinnon varassa. Aikojen kuluessa luonto on ohjannut eläimiä ja ihmisiä tunnistamaan maun perusteella syötäväksi kelpaavia kasveja tai niiden osia.

Ihminen aistii makeita, happamia, karvaita ja suolaisia makuja. Fotosynteesissä syntyneet sokerit tekevät kasvukunnan sisältämistä ravintoaineista houkuttelevan makuisia. Hyppysellinen sokeria korostaakin monien kasvien omaa makua myös ruoanvalmistuksessa.

Monet puutarha- ja metsämarjat sisältävät luonnostaan vähemmän sokeria kuin tuonti-hedelmät. Ilman pientä sokerilisäystä kotimaisten marjojemme maku olisi niin hapan, että niiden sisältämät terveyttä edistävät yhdisteet saattaisivat jäädä kokonaan syömättä.

Marjojen merkitys terveyden ylläpitäjänä on viime vuosina lisääntynyt uusien tutkimustulosten myötä. Vitamiinien, hiven- ja kivennäisainesten lisäksi marjat sisältävät kuitua, välttämättömiä rasvahappoja ja antioksidantteja.

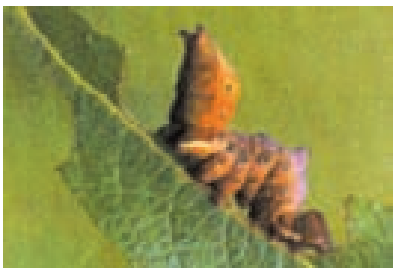


Sokerin tuottajat



Sokeria syntyy kaikissa vihreissä kasveissa. Sokeriteollisuus erottaa sakkaroosia sokeriruo'osta tai sokerijuurikkaasta. Omalla viljelyalueellaan sekä sokerijuurikas että sokeriruo'ko ovat kumpikin tehokkaita sokerin tuottajia. Kolmannes maailmalla tuotetusta sokerista on peräisin sokerijuurikkaasta.

Meillä Suomessa sokeriteollisuuden tärkein sokerilähde on kotimainen sokerijuurikas. Juurikkaista erotetun sokerin lisäksi suomalainen sokeriteollisuus käyttää raaka-aineenaan maahantuotua, alkuperämaassa jo kertaalleen kiteytettyä ruskeaa ruokoraakasokeria.



Sokerijuurikas

Sokerijuurikas on lauhkeiden vyöhykkeiden viljelykasvi. Kylvövuonna se kasvattaa juuren, jonka sokeripitoisuus on 16–18 %. Yhdeltä peltohehtaarilta saadaan Suomessa keskimäärin 25–30 tonnia juurikkaita. Sokeripitoisuus riippuu lajikkeesta, kasvupaikasta, lannoituksesta ja sääoloista. Länsi-Euroopan parhailla viljelyalueilla juurikkasato on 50–60 tonnia hehtaaria kohti.

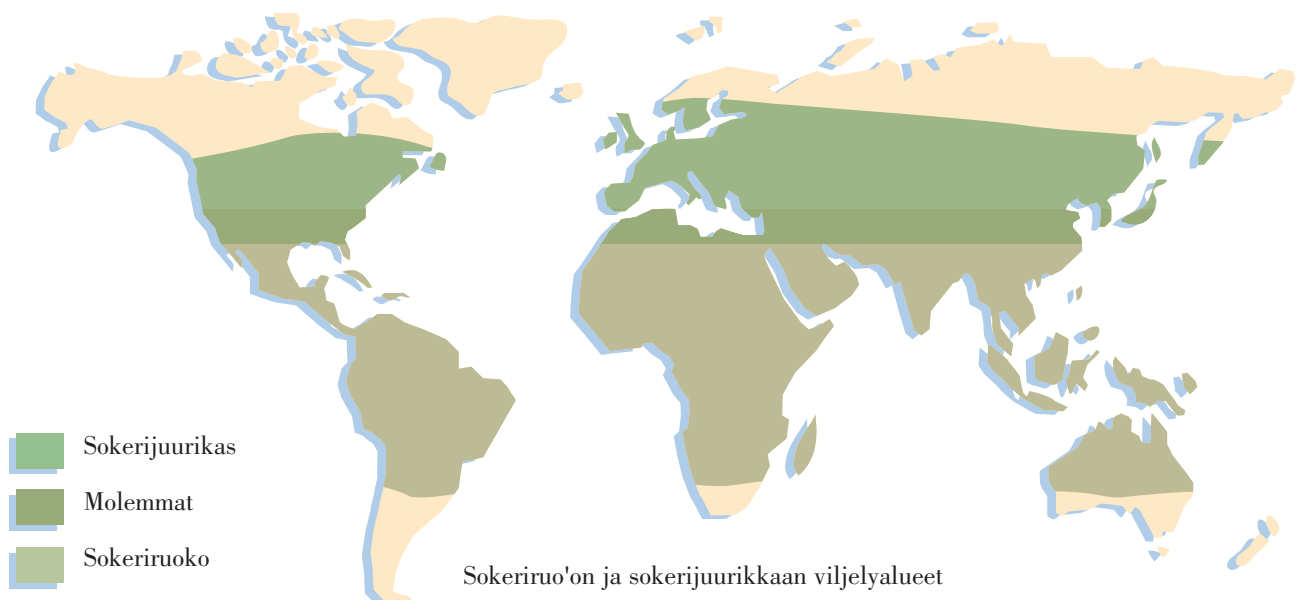
Yhden sokerikilon valmistamiseen tarvitaan vajaat kahdeksan kiloa juurikkaita. Juurikkaan keskipaino on meillä noin puoli kiloa. Väljässä paikassa kasvaessaan juurikas saattaa kasvaa useankin kilon painoiseksi.

Eläinkunta on riippuvainen kasveista.

Sokeriruo'ko

Sokeriruo'ko on monivuotinen 2–6 metriä korkea kasvi, jonka ydin on latvaosaa lukuun ottamatta täynnä 12–14 % sokeripitoista nestettä. Sokeriruo'ko kasvaa ja ruokoraakasokeria tuotetaan trooppisen ja subtrooppisen ilmaston maissa. Korjuuvaiheessa sokeriruo'ot katkaistaan. Ruo'ot leikataan pätkiksi ja kuljetetaan raakasokeritehtäseen, jossa ne murskataan sokerimehun erottamiseksi.

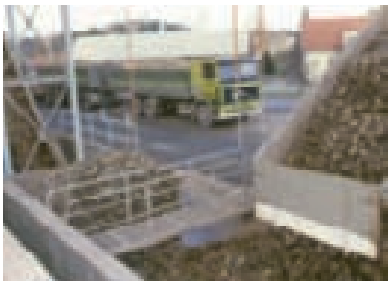
Kiteinen ruokoraakasokeri on maailmanmarkkinoiden kauppatavaraa, joka ei aina vielä täytä elintarvikkeille asetettuja hygieniavaatimuksia. Elintarvikkeloiseksi se puhdistetaan sokeripuhdistamossa, usein vasta toisella puolen maailmaa.



Sokerikasvista sokerikiteiksi

Sokerijuurikas

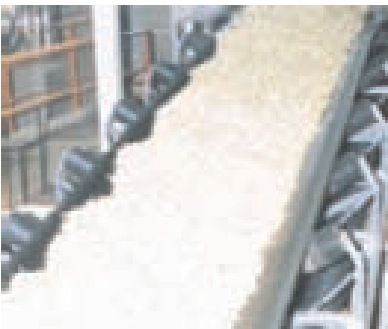
Sokeri erotetaan sokerijuurikkaasta uuttamalla juurikassolun sisältämä sokeri kuumaan veteen. Tehokasta uuttamista varten juurikas leikataan leikkeeksi. Uutosta saatu sokeripitoinen raakame-



Viljelijöiltä saapuvat juurikaskuormat siirretään uittamalla tehtaalle.

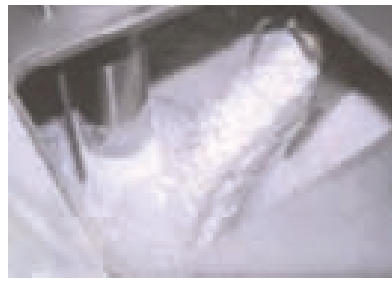


Naatit ja kasvijätteet erotetaan ja juurikkaat pestään.



Juurikasleikkeen tasainen laatu mahdollistaa sokerin tehokkaan uut-tumisen.

hu puhdistetaan kalkkimaitosaostuksella. Laimea sokeriliuos, *ohutmehu*, haihdutetaan väkeväksi sokeriliuokseksi eli *paksu-mehuksi*, joka kiteytetään, lingotaan ja kuivataan kidesokeriksi.



Puhdistettu ja suodatettu ohutmehu väkevoidään ja kiteytetään ensimmäisen kiteytysvaiheen kide on talouslaatuista *valkosokeria*. Toisessa ja kolmannessa vaiheessa syntynyt kide liuotetaan ja kiteytetään uudelleen.

Sokerikiteet erotetaan kide-massasta linkoamalla. Viimeisen kiteytysvaiheen linkouksessa erottuva jae on melassia.



Linkouksen jälkeen sokeri kuivataan rumpukuivurilla ja siirretään varastosiiloihin tai pakattavaksi ja toimitettavaksi asiakkaalle.

Ruokoraakasokeri

Puhtaan kidesokerin erottaminen sokeripuhdistamossa ruokopohjaisesta tuontiraakasokerista perustuu samankaltaisiin yksikköprosesseihin kuin uutetun raakamehun kiteyttäminen valkosokeriksi juurikastehtaalla.

Esi puhdistetut raakasokerikiteet liuotetaan, puhdistetaan kalkkimaitosaostuksen ja aktiivihiilikäsittelyn avulla sekä kiteytetään uudelleen usean keiton ja linkouksen sarjana. Keittovaiheen jälkeen kide-massa lingotaan ja kuivataan.

Kidesokerilaadut

Kidekoko säädetään suoraan keittovaiheessa tai seulomalla.

Kidesokeri 530 on kidekooltaan yleisin, valkosokerin EU-sokeridirektiivin ja KTM:n sokeriasetuksen 446/2003 laatu-normit täyttävä elintarvikkeiden perussokeri.

Kidesokeri EU 1 230 ja **Kidesokeri EU 1 390** ovat kidesokerien puhdistamolaatuja ja täyttävät erikoisvalkosokerin laatuvaatimukset. Luku kidesokerien tuotenimessä kuvaa keskikidekoko mikrometreinä.



Nestesokerit - käyttövalmiit sokeriliuokset



Kiteisen juurikassokerin liuottaminen käyttövalmiiksi vesiliuokseksi sokeritehtaalla tai sokeriliuoksen valmistaminen tärkkelyksestä helpottaa sokerin käsittelyä asiakasteollisuudessa. Nestesokerien kokonaissokeripitoisuus on säädetty mahdollisimman korkeaksi ottaen huomioon sokerien liukoisuusrajat huoneenlämpötilassa. Sokerien liukoisuuseroista johtuen eri nestesokerilaatujen sokeripitoisuus riippuu sokerikoostumuksesta.

Parhaiten nestesokerit soveltuvat runsaasti vettä sisältäviin elintarvikkeisiin, joiden valmistuksessa kiteinen sokeri joudutaan liuottamaan tai sokeri liukenee prosessin aikana. Nestesokerien tärkeimmät käyttökohteet ovat juomat. Nestesokereita voidaan käyttää myös makeisissa, hilloissa, maitovalmisteissa, kekseissä, konditoria- ja leipomotuotteissa. Valmistusaineissa on otettava silloin huomioon nestesokerien sisältämä vesi sekä sokerikoostumus.

Kiteisen sokerin korvaaminen nestesokerien laajamittaisella käytöllä edellyttää valmiutta siirtää, annostella ja varastoida sokeria liuosmaisessa muodossa.

Nestesokerit ovat kirkkaita, värittömiä tai lähes värittömiä, hyvin puhtaita sokeriliuoksia vailla sivuhajuja tai -makuja. Nestesokerit ovat mikrobiologisesti erittäin puhtaita.

Neste 67 S ja Neste 77 – sakkaroosipohjaisia

Neste 67 S on puhdas sakkaroosin vesiliuos, jonka kuiva-aine sakkaroosin liukoisuuteen perustuen on 67 %. Sakkaroosiliuoksen kuiva-ainetta ja mikrobiologista säilyvyyttä voidaan parantaa



osittaisella invertoinnilla: **Neste 77:n** kuiva aine on 77 % ja se sisältää myös sakkaroosista invertoitunutta glukoosia ja fruktoosia.

Neste 70 FSS – tärkkelyspohjainen

Tärkkelysnestesokeri **Neste 70 FSS:n** valmistuksessa tärkkelys nesteytetään ja hydrolysoidaan entsyymaattisesti glukoosiksi. Osa glukoosista muunnetaan glukosi-isomeraasilla fruktoosiksi. Neste 70 FSS sisältää myös pieniä määriä 2–6 glukosiyksikköä sisältäviä oligosakkarideja.

Neste 77 F on sokerikoostumukseltaan Neste 77:ää vastaava sakkaroosin ja tärkkelysnestesokerin seos.

Sokeri- siirapit



Elintarvikemelassi

Leipomosiirappi

Sokerisiirapit valmistetaan aromikkaista tummista sokeriliuoksista, joita syntyy kidesokerin valmistusprosessissa. Sokerien lisäksi sokerisiirapit sisältävät sokerikasvista uuttuneita muita luontaisia yhdisteitä sekä kivennäis- ja hivenaineita.

Siirapin ominaisuudet vaihtelevat vaaleista miedonmakuisista siirapeista hyvin tummiin voimakasaromisiin laatuhiin. Elintarvikemelassi on valikoitua, suodatettua, tummaa, ruokosokeripohjaista, voimakkaan makuista sokerisiirappia, jonka hiven- ja kivennäisainepitoisuus on suhteellisen korkea.

Tomu-, rae- ja fariinisokeri

Tomusokeria valmistetaan kidesokerista eri hiukkaskokoihin jauhamalla. Jauhatuksen yhteydessä tomusokeriin lisätään paakkuuntumisenestoainetta parantamaan juoksevuuutta ja käsiteltävyyttä.

Rapea ja Kova Raesokeri ovat perinteisiä leivonnaisten koristelusokereita. Fariinisokerissa sokerikiteet on pinnoitettu sokerisiirapilla, joka tekee tuotteesta pehmeän ja kostean.

Pomadajauhe ja muut erikois- sokerituotteet

Erikoissokerituotteet ovat puoli-valmisteita tai koristelusokereita elintarviketeollisuudelle. Niiden valmistamisessa käytetään hyväksi erilaisia sekoitus-, jauhamis- ja granulointitekniikoita. Erittäin hienoon, noin 10 µm keskimääräiseen partikkelikokoon jauhettuja tuotteita ovat valkoinen ja punainen **Pomadajauhe** sekä **Erikoishieno Tomu TCP**.

Koristejauhe ja **Koristekide** ovat kidesokereita kestävämpiä pinnoitettuja sokerituotteita konditoria- ja leipomotuotteiden sekä makeisten ulkonäön viimeistelyyn.

Kanelisokeri ja **Kanelitäyte** ovat kasvirasvaa sisältäviä mausteseoksia leivonnaisten täytteisiin ja pinnoitteisiin.

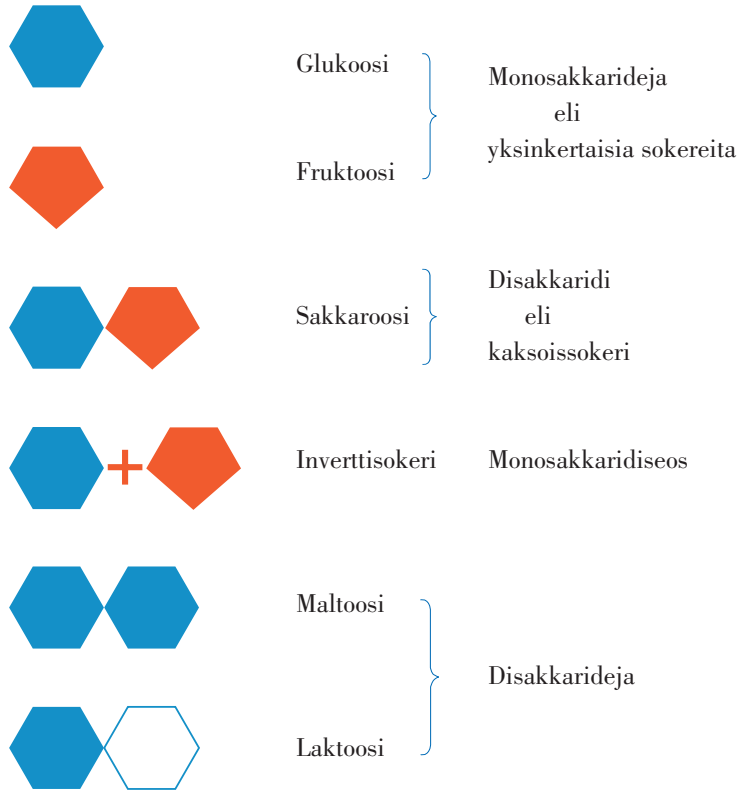


Elintarvikkeiden sokeri on sakkaroosia

Sokerijuurikkaasta tai -ruo'osta erotettu sokeri on yleisin elintarvikkeiden valmistusaineena käytetty sokeri. Puhekielessä sanalla *sokeri* tarkoitetaan sakkaroosia, joka on kahdesta yksinkertaisesta sokerista, glukoosista ja fruktoosista, muodostunut disakkaridi eli kaksoissokeri.

Pakkausmerkintöjen ainesosaluettelossa *sokeri* tarkoittaa sakkaroosia tai sakkaroosista syntynyttä inverttisokeria.

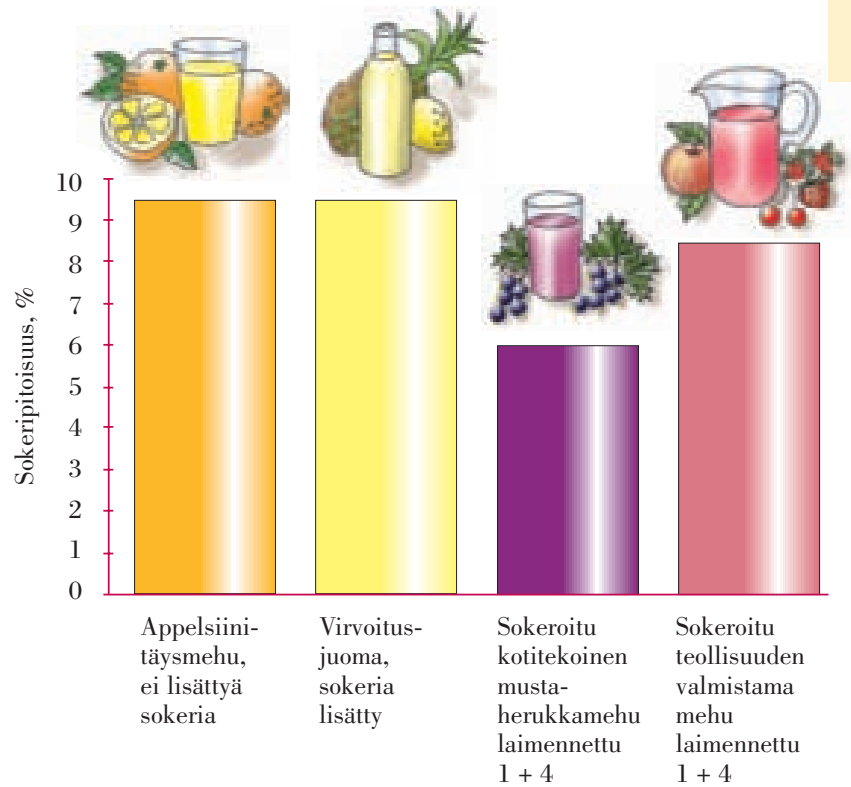
Elintarvikkeisiin lisätty sokeri tai valmistusaineiden luontaisesti sisältämät sokerit, kuten marjojen ja hedelmien sakkaroosi, glukoosi ja fruktoosi tai maidon laktoosi ja viljatuotteiden maltoosi imeytyvät elimistössämme sokereina. Tästä syystä elintarvikkeiden *ravintoarvomerkintöjä* koskevassa päätöksessä *sokerilla* tarkoitetaankin kaikkia ruoassa olevia mono- ja disakkarideja, ei kuitenkaan polyoleja.



Juomien valmistusaineet, appelsiini, ananas ja monet muut ulkomaista alkuperää olevat hedelmät sisältävät enemmän sakkaroosia, glukooseja ja fruktoosia kuin suomalaiset marjat. Ihminen aistii makeiden juomien sokeripitoisuuden miellyttävänä, kun juomassa on noin 9–10 % sokeria - joko luontaisena tai lisättyä.

Sokeroimattomien täysmehujen luontainen sokeripitoisuus vastaa virvoitusjuomiin lisätyn sokerin määrää. Väite ”ei lisättyjä sokereita” edellyttää pakkausmerkinnöissä mainintaa ”sisältää luontaisesti sokereita”. Sokeroituissa laimennetuissa mehuissa on usein selvästi vähemmän sokeria kuin täysmehuissa.

Sokeriton elintarvike saa sisältää sakkaroosia tai muita sokereita ainoastaan enintään 0,5 g/100 g. Käytännössä sokerittomia elintarvikkeita ovat esimerkiksi ksylitolia tai muita polyolejien sisältävät purukumit ja muut makeiset, kun tuote ei sisällä kariesin syntyyn osallistuvia käymiskelpoisia hiilihydraatteja, sokereita tai tärkkelystä.



Elintarvikelainsäädännön mukaan *makeutusaine* on lisäaine, joka antaa makeata makua elintarvikkeeseen, mutta joka ei ole mono- tai disakkaridi. Makeutusaineita ovat siten polyolit ja keinotekoiset makeutusaineet.

Polyolit ovat hiilihydraatteja, joiden elintarviketeknologisissa ominaisuuksissa on eroja sokereihin nähden. Polyolien makeus on samaa luokkaa kuin sokereilla. Tunnusomaista polyoleille on hammasystävällisyys, vähäinen vaikutus veren sokeriin ja sokereita alhaisempi energiasisältö.

Keinotekoiset makeutusaineet eivät sisällä energiaa. Niiden ainut tekno-

loginen ominaisuus on intensiivinen, sokeria kymmeniä, satoja jopa tuhansia kertoja suurempi makeusteho.

Keinotekoisien makeutusaineiden käytöstä ilmoitetaan elintarvikkeiden pakkausmerkinnöissä joko lisäaineelle kuuluvalle E-tunnuksella tai lisäaineen omalla nimellä, esimerkiksi *sakariini*, *syklamaatti*, *aspartaami* ja *asesulfaami K*. Keinomakeuttajille on määritelty nk. ADI-arvot, jotka kuvaavat lisäaineen turvallista käyttömäärää, jos sitä käytetään päivittäin.

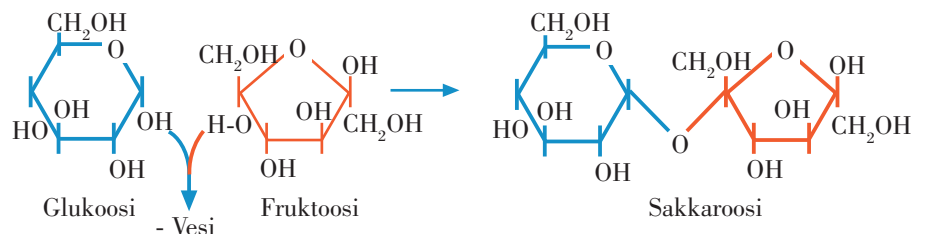


Sakkaroosi on glukoosia ja fruktoosia

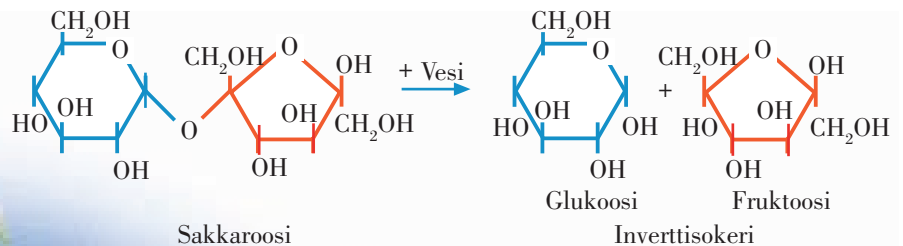
Sokerit ovat hiilihydraatteja, hiilen, vedyn ja hapen yhdisteitä. Hiilihydraatit ovat yhden tai useamman monosakkaridin muodostamia energiaravintoaineita. Tavallinen sokeri eli sakkaroosi on lyhytketjuinen glukoosista ja fruktoosista koostunut disakkaridi.

Kun sidos glukoosin ja fruktoosin välille muodostuu, lohkeaa yhtä sakkaroosimolekyyliä kohti yksi molekyyli vettä. Happamissa olosuhteissa ja kuumennettaessa sidos fruktoosin ja glukoosin välillä katkeaa. Syntyy fruktoosin ja glukoosin seosta suhteessa 1:1

eli inverttisokeria. Invertoituminen on sakkaroosin hydrolyysireaktio ja kuluttaa vettä. Elinravikkeissa sakkaroosin invertoituminen lisää kuiva-ainetta ja vaikuttaa sokerin teknologisiin ominaisuuksiin.



Tavallinen sokeri eli sakkaroosi on muodostunut glukoosista ja fruktoosista.



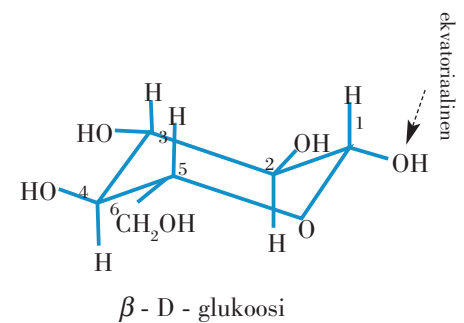
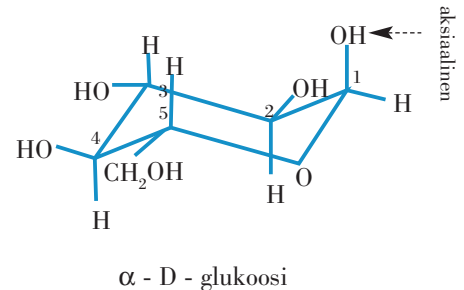
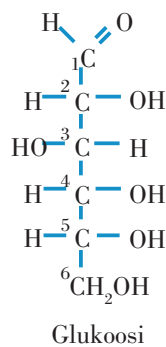
Sakkaroosista saadaan inverttisokeria, kun glukoosin ja fruktoosin välinen sidos katkeaa.



Sokeri on hiilihydraattien perusyksikkö

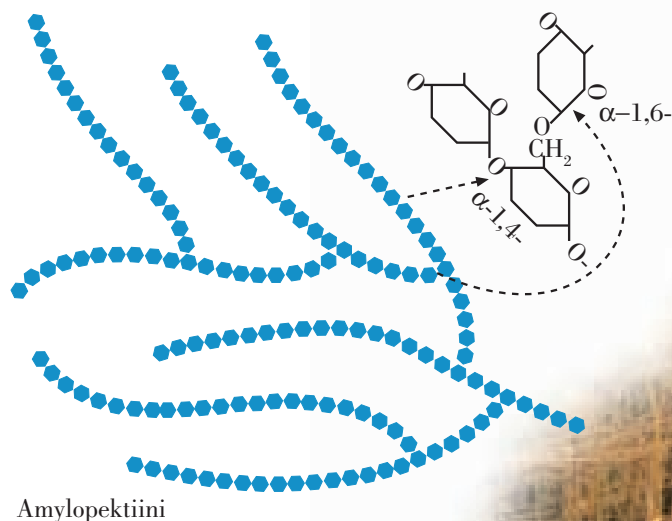
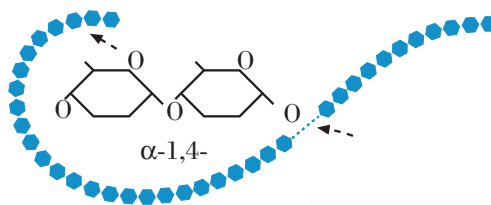
Tärkkelys ja ravintokuidut ovat pitkäketjuisia hiilihydraatteja eli polysakkarideja, joissa yksittäisiä rengasmaisia glukosimolekyyliä voi olla tuhansia.

Pitkäketjuisissa hiilihydraateissa glukooesi esiintyy pääasiassa rengasmaisena. Kun avoketjuinen glukooesi muodostaa rengasrakenteen, syntyy joko α - tai β -glukosia. Vähäiseltä näyttävä rakennero ratkaisee, muodostuuko glukosista tärkkelystä vai selluloosaa.



Tärkkelyksen pienin yksikkö on α -D-glukooesi. Osa tärkkelyksestä on suoraketjuista amyloosia, osa haaroitunutta amylopektiiniä. **Tärkkelyssiirappeja** valmistetaan hydrolysoimalla tärkkelystä entsymaattisesti glukosiksi, maltoosiksi ja oligosakkarideiksi. **Maltoosisiirappi** on tärkkelyssiirappi, jonka kuiva-aineesta suurin osa on maltoosia. Tärkkelyksen täydellinen hydrolyysi α -1,4- ja α -1,6-sidoksia pilkkomaan erikoistuneilla entsyymeillä pilkkoo kaikki molekyylien väliset sidokset: tärkkelyksestä muodostuu glukosia.

Tärkkelyspohjaisessa nestesokerissa **Neste 70 FSS:ssä** eli *isoglukosissa* osa glukosista on entsymaattisesti muunnettu fruktoosiksi, jolloin se pitkälti vastaa koostumukseltaan ja ominaisuuksiltaan sakkaroosipohjaista inverttisokeria.



Ravintomme hiilihydraatit imeytyvät sokereina

Jotta elimistö saisi hiilihydraateista energiaa, ohutsuolen entsyymit pilkkovat ne ennen imeytymistä yksinkertaisiksi sokereiksi. Tavallinen sokeri pilkkoutuu glukoosiksi ja fruktoosiksi. Yksinkertaiset sokerit imeytyvät suolesta verenkiertoon.

Veren glukoosipitoisuus on suurimmillaan aterian jälkeen. Hiilihydraattien kemiallinen rakenne ei selitä mahdollisia eroja verensokerin nousussa, kuten aikaisemmin luultiin. Esimerkiksi glukoosin ja tärkkelyksen vaikutus verensokeriin on käytännössä sama.

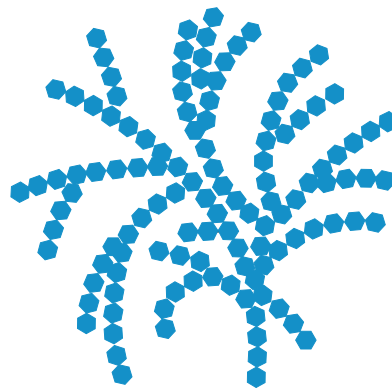
Kuitu hidastaa sokerien imeytymistä

Kuitu, proteiini ja rasva hidastavat hiilihydraattien imeytymistä ja verensokerin nousua. Ravintokuidulla on monia fysiologisia, terveyttä edistäviä tehtäviä. Energianlähteenä se on lähes merkityksetön.

Selluloosa on kasvisolujen seinämien β -D-glukoosista muodostunut tukiaine ja liukenemattoman ravintokuidun tärkein osa. Selluloosaa ja muita kuitumaisia hiilihydraatteja, kuten hemiselluloosaa, on runsaasti viljan kuooriosissa. Kokojyvävilja onkin paras kuitulähde.

Kasvien, marjojen ja hedelmien pektiini ja kasvikumit sekä kauraleseen sisältämä β -glukaani ovat liukoista kuitua. Liukeneva kuitu hidastaa mahalaukun tyhjenemistä ja glukoosin imeytymistä verenkiertoon. Veren-

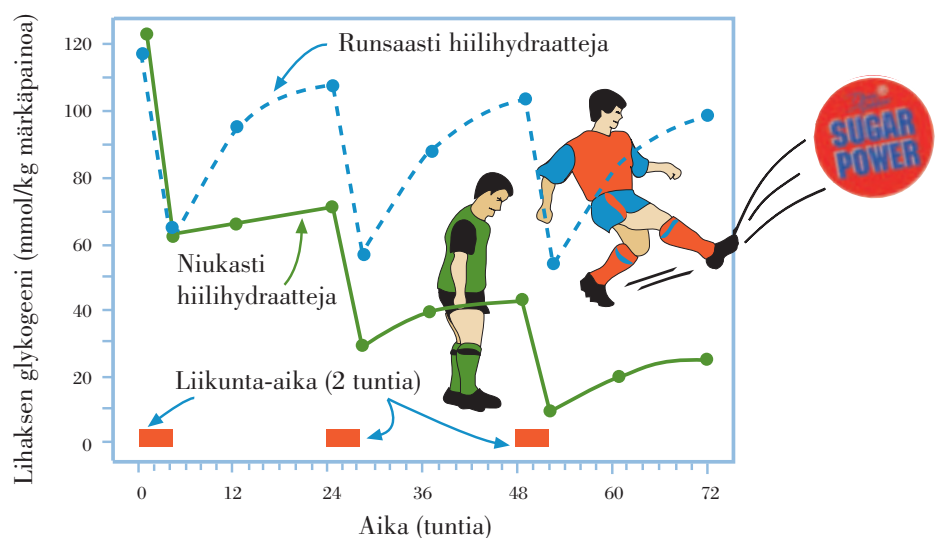
sokeria tasaavan vaikutuksen vuoksi kuitua suositellaan erityisesti myös diabeetikoille.



Glykogeenin käytön nopeuteen vaikuttaa sen haaroittunut pallomainen rakenne.

Glykogeeni – elimistön hiilihydraattivarasto

Glukoosi on elimistön tärkein energianlähde. Aterian jälkeen osa ravinnon glukoosista varastoituu glykokeeninä maksaan ja lihaksiin, osa siirtyy verenkierron solujen ravinnoksi. Lepotilassa lihaksen pääasiallisena energianlähteenä ovat vapaat rasvahapot. Glukoosia käyttävät ensijaisesti hermokudos (aivot) ja verisolut. Liikunnan aikana glukoosin käyttö lihasten energianlähteenä moninkertaistuu. Kudoksissa oleva glykogeeni on nopeammin käytettävissä kuin veren glukoosi. Elimistön kyky varastoida glykokeeniä on kuitenkin rajallinen. Ravinnon hiilihydraatteja tarvitaan päivittäin glykokeenivarastojen täydentämiseksi.



Runsaasti hiilihydraatteja sisältävä ruokavalio liikuntasuoritusten välillä pystyy nopeasti palauttamaan elimistön glykokeenivarastot normaaleiksi.

Tavallista sokeria myös diabeetikoille

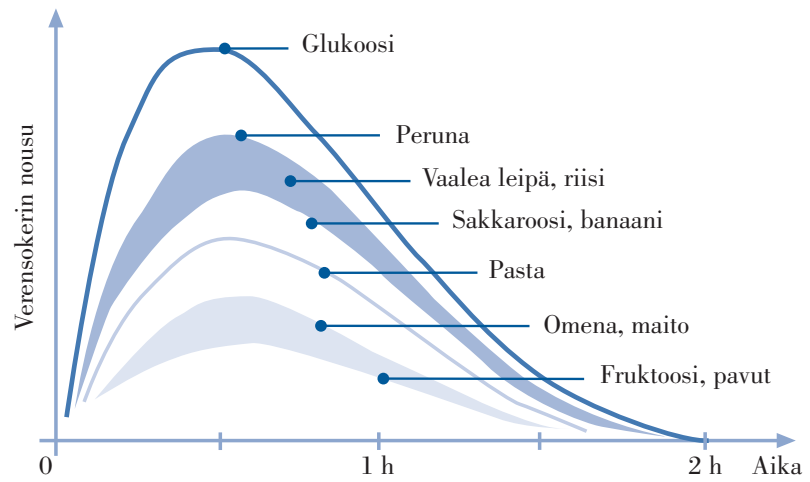
Diabetes on energia-aineen-vaihdon häiriö, jossa insuliinia erittyy liian vähän tai insuliinin vaikutus on heikentynyt. Insuliinin tehtävä on kuljettaa glukoosi verestä soluihin.

Tavallinen sokeri, kohtuullisina määrinä ja tasaisesti eri aterioille jaettuna, ei heikennä diabeetikon sokeritasapainoa.

Diabeetikon hoitosuosituksissa sokerin suositeltu enimmäismäärä ruokavaliossa on sama kuin terveellä väestöllä. Tavallisen sokerin korvaamisella fruktoosilla ei katsota saavutettavan erityistä etua, sillä päivittäinen hiilihydraattiannos jaetaan useille aterioille ja veren glukoosipitoisuudet jäävät jo sinänsä pieniksi. Silti diabeetikon ruokavaliossa suositetaan hitaasti sokeoituvia hiilihydraatteja ja kuitua.

Olellisinta diabeetikon on vähentää rasvan saantia, sillä varsinkin aikuistyyppin diabeteksen hoidossa avainsana on usein laihduttaminen.

Diabeetikolle maistuva leivonnainen – tai jälkiruoka – on pieni annos jotain hyvää. Erityisiä ”diabetesvalmisteita” ei tarvita. Pieni pala kevyttä marjapiirakkaa tai viipale pullaa on parempi vaihtoehto kuin sokeriton rasvainen pasteija tai viineri.



Sokerit ja hiilihydraattipitoiset elintarvikkeet voidaan luokitella niiden veren sokeripitoisuutta nostavan vaikutuksen mukaan. Sakkarosin glykeeminen indeksi (GI) on alhaisempi kuin glukoosilla ja korkeampi kuin fruktoosilla.

Glykeeminen indeksi vaatii lisätutkimusta

Glykeemisen indeksin (GI) avulla voidaan verrata, kuinka sama grammamäärä (50 g) imeytyvää hiilihydraattia eri elintarvikelähteistä nostaa veren glukoosipitoisuutta aterian jälkeen tietyn ajanjakson aikana. Vertailuelintarvikkeena käytetään glukoosia tai vaaleaa leipää.

Glykeemisellä indeksillä on esitetty olevan merkitystä erityisesti diabeteksen hoidossa, jolloin matala GI-arvo vaikuttaisi suotuisasti myös veren rasvarvoihin ja ehkä myös lihavuuden ehkäisyyn.

Glykeeminen indeksi ei yksin kuvaa riittävästi erilaisten hiilihydraattien vaikutusta insuliinin eritykseen. Glykeeminen

kuorma (glycemic load, GL) ottaa huomioon ruokalajin GI:n ja kertoo kuinka paljon eri GI-luvun saavat ruoka-aineet kuormittavat verensokeria ja insuliinieritystä.

Terveellä väestöllä GI:n merkitys painonhallinnassa ja laihdutuksessa on vielä ristiriitainen. Pelkkä ruokavalion alhaisen glykeemisen omaavien elintarvikkeiden suosiminen ei riitä, vaan tarvitaan myös kokonaisenergian saannin niukentamista.

Glykeemisten indeksien vertailu tulisi tehdä vain samantyyppisten ruoka-aineiden kesken. Ateriakokonaisuuden lisäksi hiilihydraattien imeytymisnopeuteen vaikuttavat myös ruoan käsittely, kuten kypsennys ja paloittelu.



Sokeri on osa tasapainoista ruokavaliota

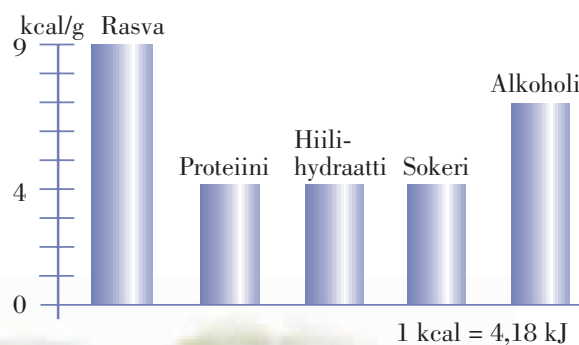
Sokerin saanti

Finravinto 2002 -tutkimuksen mukaan sakkaroosin saanti – naisilla keskimäärin 10,8 E% ja miehillä vastaavasti 9,1 E% – pysyy useimmissa väestöryhmissä suositellulla tasolla (enintään 10 E%). Saantilukuihin sisältyy marjojen ja hedelmien luontainen sokeri. Sakkaroosin saanti on runsainta nuorissa ikäryhmissä.

Ravintotaseeseen perustuva sokerin kulutus pysytteli 1980-luvulta lähtien pitkään samalla tasolla. Viime vuosina sokerin kulutus on selvästi laskenut samalla kun ruokailutottumuksemme ovat muuttuneet epäsäännöllisemmiksi. Kotitalouksissa säilötään, leivotaan tai syödään itse tehtyä ruokaa entistä vähemmän. Säännölliset ruokailuajat ovat häviämässä ”napostelun” lisääntyessä.

Muuttuneet ruokailutottumukset on yhdistetty jo lähes epidemiologiset mittasuhteet saavuttaneeseen lihavuuteen. Sokeri yksittäisenä ruoka-aineena on jälleen otettu lihavuuskeskusteluun mukaan. On kuitenkin hyvä muistaa, että terveellinen ruokavaliota on monen tekijän summa. Yksittäinen elintarvike kohtuullisesti käytettynä ei tee ruokavaliosta hyvää tai huonoa.

Ylipainoa koskeva keskustelu on keskittynyt usein lähes kokonaan energiansaantiin, jolloin toinen vaakakuppi, energiankulutus ja fyysinen aktiivisuus, on jäänyt huomaamatta. Vuoden 2005 uusissa suomalaisissa ravitsemussuosituksissa korostetaan nyt ensimmäistä kertaa liikunnan merkitystä painonhallinnassa.

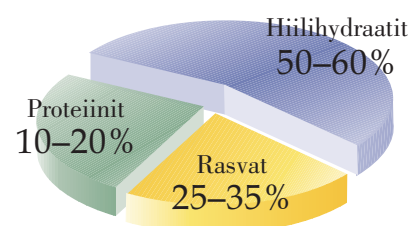


Elimistön energian lähteet

Ihminen saa energiansa hiilihydraateista, rasvoista ja proteiineista. Myös alkoholi on elimistön energianlähde. Yli puolet ravintomme sisältämästä energiasta tulisi olla peräisin hiilihydraateista. Runsaasti hiilihydraatteja sisältävä ruokavaliota vaikuttaa edullisesti elimistön sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaan. Osa tästä selittyy ravintokuidun vaikutuksilla ja sillä, että hiilihydraatit korvaavat rasvaa energianlähteenä.

Sokeri ja muut hiilihydraatit sisältävät saman verran energiaa kuin proteiinit. Toisaalta hiilihydraatteihin luokiteltava ravintokuitu ei tuota energiaa juuri lainkaan. Rasva on tiivistä energiaa hiilihydraatteihin ja proteiineihin verrattuna. Myös ruokavaliota sisältämän rasva-energian varastointi ihmiskehoon on tehokasta. Alkoholissa on lähes yhtä paljon energiaa kuin rasvassa.

Energia- ja alkoholin energiasisältö grammaa kohti.



Energia- ja alkoholin saantisuositus



Elimistö ei laske kaloreita

Ravintoaineiden energiasisältö mitataan kilokaloreina ja määritetään pommikalorimetrillä. Elimistö ei ole pommikalorimetri, jolle energiatasapainon kannalta tärkeät energiaravintoaineet olisivat vaihtoehtoista ”energiavaihtoa”. Esimerkiksi yksi kilokalori ylimääräistä rasvaa varastoituu tehokkaammin rasvakuokseksi kuin sama energiamäärä hiilihydraatteja.

Aineenvaihdunta käyttää eri energiaravintoaineita mahdollisimman tarkoituksenmukaisella tavalla, energiaravintoaineen ominaisuuksien mukaan: hiilihydraatteja välittömäksi energiaksi, proteiineja rakennusaineeksi ja rasvoja varastoitavaksi. Rasvoista, hiilihydraateista, proteiineista ja alkoholista saatava energiamäärä vaikuttaa painonhallintaan, lihomiseen tai laihtumiseen eri tavalla.

Hiilihydraatit lisäävät kylläisyyden tunnetta

Elimistön hiilihydraattivarastot ovat rajalliset ja riittävät ainoastaan 1–2 vuorokaudeksi. Rasva- ja proteiinivarastot ovat huomattavasti hiilihydraattivarastoja suuremmat. Elimistö pitää yllä hiilihydraattitasapainoa nälkää ja kylläisyyttä säätelemällä. Glykogeenivarastojen täyttymisen liittyy kylläisyyden tunteeseen.

Elimistön rasvavarastot voivat kasvaa lähes rajattomasti. Rasvavarastojen ”täyttymisestä”

johtuvaa kylläisyysvaikutusta ei tunneta. Ihminen voi olla nälkäinen, vaikka häneen varastoitunut rasvaenergia teoriassa riittäisi useiksi viikoiksi.

Hiilihydraatit pitävät nälän kauan loitolla. Proteiinit aiheuttavat suurimman ja pisimpään kestäväen kylläisyyden tunteen. Huonoin kylläisyyden aiheuttaja on rasva.

Energiatiheys ja kylläisyys

Ruoan energiatiheys – energia painoyksikköä kohti – vaikuttaa nykykäsityksen mukaan myös ruokahuuun. Jos ihminen syö ruoan koostumuksesta riippumatta päivittäin saman gramma määrän ruokaa, päivän kokonaisenergian saanti kasvaa, jos elintarvikkeiden energiatiheys on



suuri. On myös esitetty, että ravinnon rasvapitoisuus lisääisi enemmän taipumusta ylensyömiseen kuin ravinnon sisältämät hiilihydraatit. Pienet, energiatiheät rasvaiset – ja sokeriset – välipalat johtavatkin helposti passiiviiseen ylensyöntiin, koska ruoan tilavuus mahalaukussa jää pieneksi ja kylläisyyden tunne vähäiseksi.

Nälkä vai ruokahalu?

Totutun ateria-ajan lähestyminen lisää ruokahalua ilman fysiologista nälän tunnetta. Nykyihmisen ravinnonottoa säätelevätkin opitut tavat ja tottumukset sekä ympäristö ja kulttuurilliset tekijät. Myös ulkoiset tekijät, kuten ruokailuympäristö ja sosiaalinen tilanne, vaikuttavat ruokahuuun ja syödyn ruoan määrään.



Sokeri ja painonhallinta

Nykyisessä yltäkyläisyydessä ruokavalintoja sävyttää huoli terveydestä ja terveellisyydestä. Syömistä luonnehtii yhä enemmän valinnan vapaus ja vaikeus – ja huono omatunto. Hoikkuus näyttää viestivän ympäristölleen menestystä, kun taas lihavuus usein liitetään epäonnistumiseen.

Ylipainosta ja lihavuudesta on tullut suomalaisten suurin terveysongelma. Erityisen huolestuttavaa on lasten ja nuorten lihavuuden yleistyminen: lihavasta lapsesta kasvaa todennäköisesti lihava aikuinen. Ruoka, elämän ylläpitäjä, onkin yllättäen muuttanut hyvinvointimme taakaksi.

Painonhallinta – osa elämisen taitoa

Teoriassa lihominen on helppo estää: ei syö enempää kuin kuluttaa. Käytännössä painonhallinta kuitenkin usein epäonnistuu ja yhä useamman suomalaisenkin vyötärölle kerääntyy ylimääräisiä rasvavarastoja. Yli puolet työikäisestä väestöstämme on ylipainoisia ja joka viides on lihava.

Normaalipainoisena pysyttelemisen vaatii usein tietoista ponnistelua. Suomen Sokeri Oy:n Taloustutkimuksella vuonna 2005 teettämän kyselyn mukaan vajaa 40 % suomalaisista tarkkailee pysyvästi nauttimansa ruoan määrää ja laatua suhteessa energian kulutukseensa. Naisilla painonhallinta pysyvänä elämäntapana on huomattavasti yleisempää kuin miehillä.

Istuvan ihmisen pulma vaatii liikunnan lisäämistä

Merkittävä syy väestön lihomiseen on työ- ja arkiliikunnan väheneminen. Energia- ja rasvatasapainoamme ei siis niinkään horjuta ylenmäärin syöty ruoka kuin vähäinen fyysinen aktiivisuutemme. Runsas ravinto oli ennen raskaan fyysisen työn ehdoton edellytys. Toista on tänään. Yhä useammat meistä työskentelevät, huvittelevat ja siirtyvät paikasta toiseen istuen.

Laihduttaminen – ei oikoteitä onneen

Lihominen on helppoa, laihduttaminen ei. ”Syö vähemmän kuin kulutat” laihdutusohjeena kuulostaa liian yksinkertaiselta ollakseen totta! Laihduttamisen sietämätön vaikeus saa monet turvautumaan ihmedieetteihin ja laihdutuskuureihin. – Vuosittain noin neljännes suomalaisista on laihdutuskuurilla.

”Kuuriluontoinen” asenne laihduttamiseen ei ehkä kuitenkaan tuota parasta tai ainakaan pysyvää tulosta. Tiukkojen dieettien ja stressaavan kalorien laskemisen sijaan kilojen karistaminen on pienten, pitkän aikavälin, yksilöllisten ja terveellisten elämäntapojen jatkuvaa hallintaa!

Merkittävin syy väestön ylipainoisuuteen ja lihavuuden yleistymiseen on työ- ja arkiliikunnan väheneminen.



Suomalaiset syövät vähemmän kuin ennen – ja painavat entistä enemmän

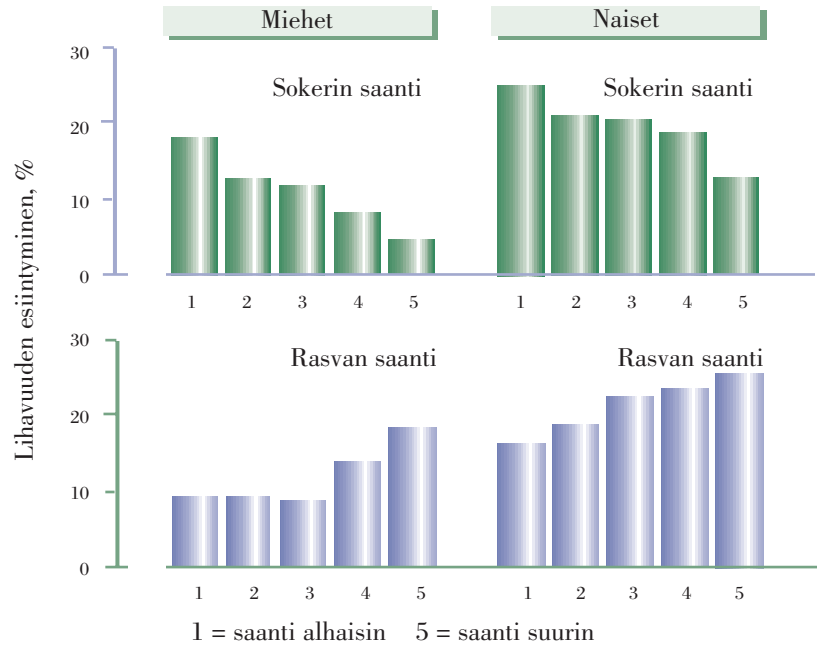
Suomalaisten ruokavalio on keventynyt 1970-luvulta lähtien. Keskimääräinen energian saanti on vähentynyt ja myös lisätyn sokerin osuus ruokavaliossa on keskimäärin laskenut. Maltillisempi ruoan käyttö ei silti ole johtanut väestön laihtumiseen. Päinvastoin, liikapainoisten ja lihaviiden suomalaisten osuus on nyt entistä suurempi; syömme yhä liikaa verrattuna liikkumalla kuluttamaamme energiaan.

Sokerin käyttäjätkö ylipainoisia?

Vähän sokeria syövien ruokavaliossa rasvan osuus on suurempi. Rasvan ja sokerin käytöllä on käänteinen suhde: runsaasti sokeria syövät käyttävät yleensä vähemmän rasvaa. Lihavuus ja ylipaino näyttäisi olevan ravinnon käyttöä koskevien tutkimusten mukaan yleisempää niillä, jotka kuluttavat vain vähän sokeria.

Runsas rasvan käyttö lisää lihomisen riskiä. Sokeri sisänsä ei ole sen lihottavampi ruoka-aine kuin muutkaan hiilihydraatit.

Sokerin kulutus ravintotaseen mukaan ja naisten lihavuus Finravinto-tutkimusten mukaan. (Finravinto-tutkimukset vuosilta 1982, 1997 ja 2002).



Skottilaisessa tutkimuksessa 11 000 aikuista jaettiin sokerin käytön perusteella viiteen ryhmään. Ryhmässä, jossa käytettiin eniten sokeria, lihaviiden osuus oli alhaisin (Bolton-Smith, C., L. Woodward, M. 1994).

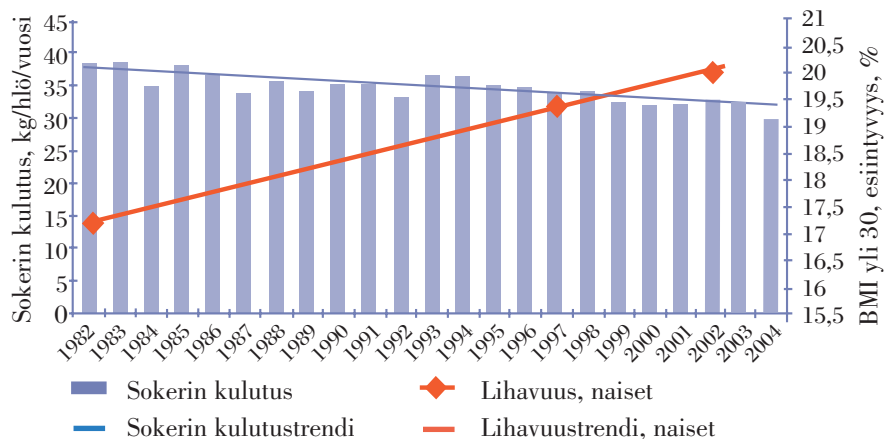
Keinomakeutettujen virvoitusjuomien osuus kasvaa

Myös virvoitusjuomien lisääntynyt kulutus on herättänyt keskustelua. On esitetty, että nestemäiset elintarvikkeet pitäisivät nälkää heikommin loitolla kuin kiinteät, ja tästä syystä sokeroidut virvoitusjuomat lisääisivät erityisen helposti ylimääräisen energian saantia.

Virvoitusjuomien keskimääräinen kulutus Suomessa on alhaisin verrattuna muihin Poh-

joismaihin – lihavuus sen sijaan on yleisintä Suomessa. Sokeroitujen virvoitusjuomien kulutus Suomessa on laskenut. Keinotekoisesti makeutettuja virvoitusjuomia meillä juodaan eniten muihin Pohjoismaihin verrattuna.

Päivittäin virvoitusjuomia kuluttavien 11-, 13- ja 15-vuotiaitten lasten osuus Suomessa ja muissa Pohjoismaissa on WHO:n koululaistutkimuksen mukaan alhaisinta tutkituissa 35 eri maassa. Saman tutkimuksen mukaan myös päivittäin makeisia syövien koululaisten osuus on täällä Pohjolassa pienin.



Jälkiruoka keventää ja tarjoaa aistielämyksiä

Ruokapöytä on katettu. Istutaan pöytään...

Silmäys kattaukseen kertoo, mitä tuleman pitää. Lusikka lautasen yläpuolella tietää jälkiruokaa. Hyvää ruokahalua! Saapuu alkuruoka, seuranaan sämpylä. Reilun lämminruoka-annoksen koko herättää ihastusta – ja vatsa täyttyy. Jälkiruokalusikka jää käyttämättä. Olisiko jo alusta alkaen pitänyt jättää tilaa pienelle jälkiruoalle?

Jälkiruoka on osa ateriakokonaisuutta

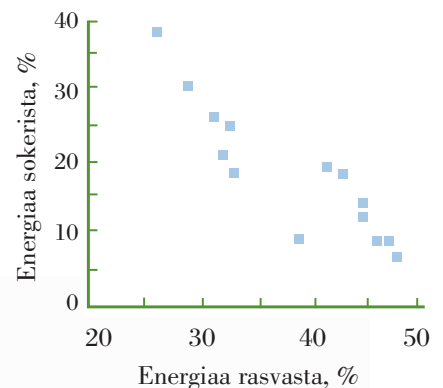
Jälkiruoan ei todellakaan tarvitse olla jättimäinen. Pienestäkin makeasta palasta tulee hyvä mieli. Jaksaminen on kiinni oikeasta mitoituksesta; parempi kaksi pientä kuin yksi iso. Jälkiruoka tuo pöytään iloa ja tyydyttää aistielämysten nälkää.

Sokeri lisää marjojen ja hedelmien käyttöä

Hyvin suunniteltu jälkiruoka täydentää muita ruokalajeja sekä ravitsemuksellisesti että gastronomisesti.

Marjat ja hedelmät ovat ruokavaliomme keventäjiä ja monipuolistajia, joiden osuus suomalaisessa ruokavaliossa on suositeltua vähäisempää. Tuoreista ja säilötyistä marjoista ja viljatuotteista on helppo loihkia erilaisia jälkiruokia.

Kotimaisten marjojen luontainen sokeripitoisuus on alhainen. Pieni sokerilisä parantaa marjajälkiruokien maittavuutta. Samalla ruokavaliion vitamiinien, hiven- ja kivennäisaineiden, kuidun ja antioksidatiivisten flavonoidien määrä kasvaa. Ilman sokeria happamat marjat saattaisivat jäädä kokonaan syömättä.



Rasvan osuus kokonaisenergiasta suurenee, kun sokeria käytetään vähän (Gibney M. J., 1990).



Sokeri voi olla kevyttä hyvää

Pääruoka-annosta pienentämällä ja lisäämällä ateriakokonaisuuteen kevyt jälkiruoka voidaan usein alentaa rasvan osuutta ruokavaliossa. Marja- tai hedelmäpohjaisen jälkiruoan sisältämä ateriakokonaisuus sisältää runsaasti myös C-vitamiinia ja kuitua.

Moni nauttii mielellään jälkiruoaksi kahvia ja jonkin pienen, makean kahvileivän. Ravintosisällöltään parhaita vaihtoehtoja ovat silloin erilaiset pullataikinapohjaiset marjapiirakat, joiden energiatiheys on pienempi kuin murotaikinapiirakoiden.

Sokeri ja rasva lisäävät energiatheyttä

Runsaasti rasvaa ja sokeria sisältävien jälkiruokien energiatiheys on suuri, jolloin kokonaisenergian saantia voidaan alentaa annoskokoa pienentämällä. Jokapäiväisessä tasapainoisessa ruokavaliossa paljon rasvaa ja sokeria sisältävien elintarvikkeiden osuus ei ole suuren suuri. Silloin tällöin on lupa myös herkutella.

Ruualla on ravintoarvon lisäksi muitakin merkityksiä. Ruokailu perheen kesken on yksi tapa antaa ja ottaa vastaan kiintymystä.



Vähemmän on enemmän

Pieni annos makeaa on mukavampi makumuisto kuin liian täysi vatsa. Ruokailuun ja ruoanvalintaan liittyvä huono omatunto tuhoaa nopeasti yksinkertaisen mielihyvän. Jälkiruoka ateriakokonaisuuden osana voi perustua myös kohtuullisen syömisen nautinnollisuuteen. Tarvitaan vain tasapainoinen suhtautuminen ruokaan – ja elämään. Nautitaan kaikilla aisteilla, vähemmän on silloin enemmän!

Mieltymys makeaan on synnynnäistä



Pieni lapsi pitää makeasta luonnostaan. Maistuuhan äidinmaitokin makealta. Myöhemmät kokemukset, opitut tavat ja tottumukset vaikuttavat siihen, kuinka makeasta itse kukin pitää.



Sokeri ja hampaiden terveys

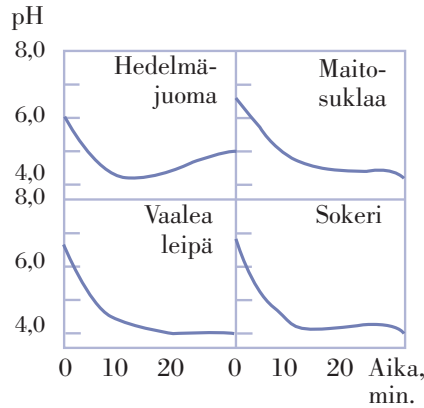


Karies on monen tekijän säätelemä infektiosairaus.

Käyttötapa ratkaisee

Jokainen suun kariesbakteerille kelpaavan ravinnon nauttimiskerta aiheuttaa hammaskiilteen kohdistuvan happohyökkäyksen. Sen seurauksena oleva kiilteen liukeneminen kuitenkin korjaantuu lepojaksen aikana, kun kariesbakteerille ei ole tarjolla hapon tuottoon tarvittavaa ravintoa. Hammas reikiintyy, jos liukenemista aiheuttavien happohyökkäysten vastapainoksi ei ole riittävän pitkiä lepojaksia.

Nykykäsityksen mukaan mikään ruoka-aine ei kohtuullisesti käytettynä aiheuta kariesta.



Happohyökkäyksen seurauksena hampaan pinnalla olevan plakin pH laskee.

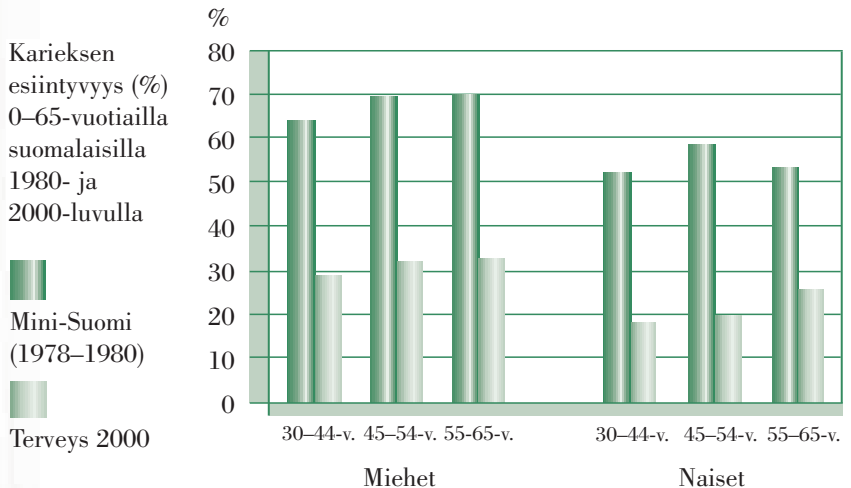
Melkein mitä tahansa voi syödä ja juoda ilman että hampaisiin tulee reikiä edellyttäen, että hammaskiilteeseen kohdistuvat happohyökkäykset ja lepojaksot ovat tasapainossa ja hampaiden säännöllisestä puhdistuksesta huolehditaan. Sokerilla makeutetut virvoitusjuomat sekä makeiset ja muut napostelusyötävät saattavat horjuttaa tätä tasapainoa, koska niitä tyypillisesti nautitaan ateri-

oiden välillä ja ne sisältävät kariesbakteerille sopivaa ravintoa hapon tuottoa varten.

Keinotekoisesti makeutetut virvoitusjuomat, mehut ja urheilujuomat eivät myöskään ole hampaille harmittomia niiden happamuuden takia. Toistuva happaman juoman nauttiminen voi aiheuttaa hampaiden kiilteen liukenemista, hammaseroosiota. Liikunnan yhteydessä tiheästi nautittu hapan juoma on erityinen riski hammaseroosiolle.

Aikuisten suun terveys kohentunut

Karieksen esiintyvyys aikuisilla on selvästi pienentynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Muutos on ollut suurinta 30–44-vuotiailla naisilla, joilla kariesta sairastavien osuus on enää vain kolmannes siitä, mitä se oli 20 vuotta sitten.



Hammasterveyden hyvä kehitys nuorilla hidastumassa

Myös lasten ja nuorten suun terveys on selvästi parantunut. Kun 1970-luvun puolivälissä 12-vuotiaista lapsista vain yhdellä sadasta oli terveet hampaat, joka kolmas 12-vuotias oli tervehampainen 1990-luvun puolivälissä. Tähän muutokseen tarvittiin parinkymmenen vuoden intensiivinen ehkäisyohjelma.

Hyvä kehitys kuitenkin pysähtyi myöhemmin. Huolimattoman harjauksen ja napostelun riskit ovat jääneet nuorilta ehkä huomaamatta, sillä 1990-luvulta alkaen päiväkodeissa ja kouluissa ei enää ole valistettu hammashoidosta kuten 1980-luvulla.

Muutos ei ole vielä dramaattinen, mutta antaa aiheita huoleen, koska kariuksen yleisyyden lisääntymiseen vaikuttavia syitä ei tarkasti tunneta ja sen syihin puuttuminen vaikuttaa hitaasti silloinkin, kun oikeat toimenpiteet ovat jo käytössä.

Nykylasten vanhemmilla esiintyi runsaasti kariesta 1970- ja 1980-luvuilla, mikä saattoi kehittää lasten immunitteettia hammaskariesta vastaan. Nykyinen nuorten äitien ja isien suku-

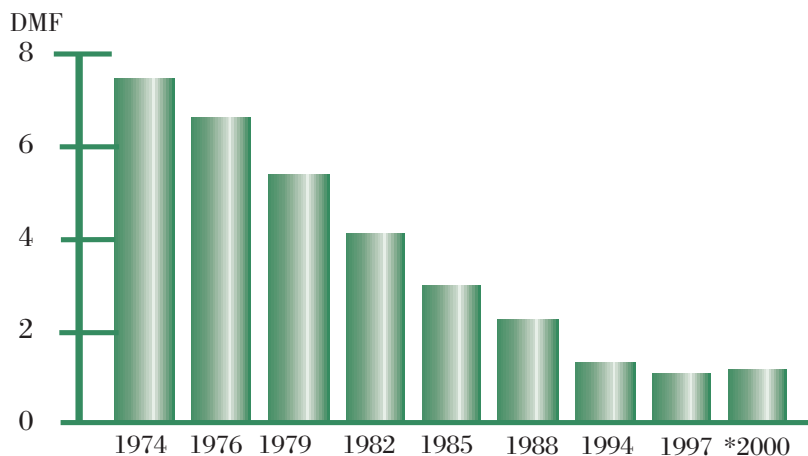
polvi ei ole itse kärsinyt hammasongelmista. Hyvät tulokset kariuksen ehkäisyssä ovat saattaneet synnyttää mielikuvan, jonka mukaan karies on voitettu ja pysyy itsestäänkin kurissa tästä eteenpäin.

Hampaiden reikiintyminen keskittyy entistä harvemmillle

Huonohampaiset erottuvat muusta väestöstä yhä aikaisemmin. Kariesriskipotilaiden hampaat voivat reikiintyä jo heti puhkeamisen jälkeen huomattavasti aiemmin kuin muiden lasten. Riskipotilaille suunnatut ehkäisevät toimet ovat siten voineet jäädä vaille tehoa, jos ehkäisy on annettu liian myöhään, kun ”vahinko on jo tapahtunut”.

Ehkäisevä hammashoito

Ehkäisevä hammashoito, monipuolinen ruoka, parantunut suuhygieniä ja fluorin käyttö ovat laskivat hammaskariuksen yleisyyttä 1970-luvulta 1990-luvun puoliväliin saakka. Samalla sokerin kokonaiskulutus vakiintui tietylle tasolle. Kariuksen esiintyvyyden ja sokerin kulutuksen välillä ei väestötasolla havaita korrelaatiota länsimaissa.



WHO asetti 1970-luvulla maailmanlaajuisiksi tavoitteeksi, että 12-vuotiailla olisi vuonna 2000 enää kolme kariuksen vaurioittamaa hammasta (DMF-indeksi = 3). Suomessa tavoite savutettiin jo 1980-luvulla.

*) toistaiseksi viimeinen koko väestöä koskeva indeksi.



WHO:n koululaistutkimuksen mukaan suomalaiset pojat ovat Euroopan laiskimpia hampaiden harjaajia. Tutkituista 36 maasta Suomen sijaluku oli 34 eli 13-vuotiaista suomalaispojista vain 29 % harjaa hampaansa useammin kuin kerran päivässä.

Sokerialkoholien, erityisesti ksyli-tolin käyttö käymiskykyisten hiilihydraattien nauttimisen jälkeen parantaa suun terveyttä. Äidin ksyli-tolin käyttö vähentäisi myös pikkulapsen infektoitumista kariesta aiheuttavalle bakteerille.



Sokerilla on monta tehtävää el

Parhaiten sokeri tunnetaan makeudesta. Sokerin ominaisuudet ovat kuitenkin paljon monipuolisemmat. Sokeri parantaa elintarvikkeiden aistein havaittavaa laatua ja säilyvyyttä. Sokeri olisi elintarvikkeiden valmistusaine jo ilman makeaa makuakin.

Sokerilla on lyhytkestoiselle hiilihydraatille tyypilliset fyysiset, kemialliset, mikrobiologiset ja ravitsemukselliset ominaisuudet. Se vaikuttaa nauttimamme ruuan makuun, makeuteen, aromiin, rakenteeseen, ulkonäköön ja säilyvyyteen.

Kiteinen sokeri liukenee helposti veteen. Se on hiivataikinoissa hiivan ravintoa ja kohottaa taikinan. Kakku- ja pikkuleipämassoissa kuohkea, leipomotuotteelle tyypillinen rakenne muodostuu kiteistä sokeria ja rasvaa vaahdotettaessa. Sokeri viivästyttää tärkkelyksen liisteröitymistä ja proteiinien denaturoitumista toivotulla tavalla. Se antaa kakulle aikaa kohota paiston aikana.

Ulkonäkö



Säilyvyys



Väri



Maku

Energia



Elintarvikkeissa



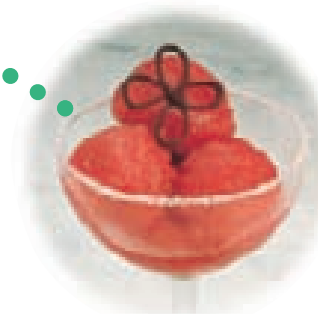
Tilavuus



Käyminen



Rakenne



Makeus



Aromi



Sokerin kiteytyminen, ja toisaalta kyky pysyä hallitusti kiteytymättömänä, on sen tärkein makeisten rakenteeseen vaikuttava ominaisuus. Sokerin karamelloitumisessa tai aminohappojen ja sokerin välisessä Maillardin reaktiossa syntyy karamellimaista aromia ja väriä.

Säilönnässä sokeri on säilövä valmistusaine. Se säilöo marjojen ja hedelmien ravintoarvon seuraavaan satokauteen. Samalla se osallistuu hillojen, hyytelöiden ja marmeladien hyytelömäisen rakenteen muodostumiseen. Sokeri myös suojaa C-vitamiinia sekä estää marjojen ja hedelmien väri- listen yhdisteiden hapettumista.

Sokerin puhdas makeus sopii monen erilaisen elintarvikkeen makeuttamiseen, muiden makujen korostamiseen ja tasapainottamiseen tai mausteenomaiseen käyttöön.

Elintarvike on kokonaisuus, jossa tietty maku yhdistyy tiettyyn rakenteeseen, aromiin ja ulkonäköön. Sokeri osallistuu tämän kokonaiselämyksen muodostumiseen.

Kaikki alkaa sokerista

Sokerijuurikkaaseen perustuva sokeriteollisuus alkoi 1800-luvun alun Euroopassa. Sakkarosin erottaminen sokerijuurikkaasta perustui saksalaisen kemistin *A.S. Margraffin* jo huomattavasti aiemmin tekemään havaintoon, että valkojuurikkaasta (*Beta vulgaris saccharifera*) ja sokeriruo'osta erotettu sokeri ovat kemiallisesti samanlaisia. Silloisesta juurikkaasta on pitkän jalostustyön kautta kehitetty nykyinen sokerijuurikas.

Vuonna 1830 rekisteröity maailmanlaajuinen sokerinvalmistusmäärä oli 800 g henkeä kohti. Merenkulun ja tekniikan kehittyessä sokerin tarjonta lisääntyi. Vuoteen 1900 mennessä

suhteellisen kallis, tyypillisesti vain varakkaan väestönosan käyttämä nautintoaine ylsi jo tavallisenkin kuluttajan ruokapöytään ja sokerin käyttö sellaisenaan makeuttajana, valmistusaineena leivonnassa ja jälkiruo'issa tai säilönnässä alkoi yleistyä.

Ajan mittaan sokeria sisältävien elintarvikkeiden valmistavat ovat kehittyneet sakkarosin kanssa toimiviksi ja valmiin tuotteen ominaisuudet sakkarosista riippuviksi. Sakkarosin on elintarvikkeiden perussokeri, johon muiden sokerien tai makeuttajien ominaisuuksia verrataan.

Tämän päivän elintarviketeollisuudessa sakkarosin käyttö

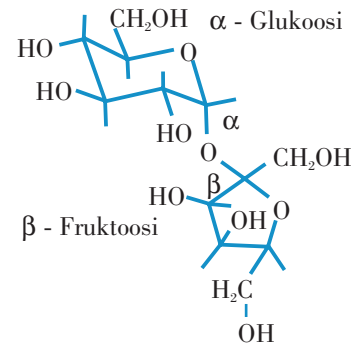
perustuu vuosien varrella kertyneeseen kokemukseen ja tietoon sokerin elintarviketeknologisista mahdollisuuksista.

Uusien analyysimenetelmien myötä sakkarosin kemiallisten, fysikaalisten ja mikrobiologisten ominaisuuksien sovellukset tarkentuvat ja tietämys sokerin roolista eri valmistusaineita sisältävissä elintarvikkeissa lisääntyy.

Esimerkiksi termoanalyttisten menetelmien kehittäminen ja monipuolistaminen on vasta viime vuosina mahdollistanut sokerin ja sokeria sisältävien elintarvikkeiden fysikaalisen tilan tutkimisen. Mittaamalla lämpötila, joka aiheuttaa muutoksia sokerin fysikaalisessa tilassa, voidaan arvioida muutoksia sokeria sisältävien elintarvikkeiden rakenteessa tai käsiteltävyydessä.



Sakkaroosin rakenne ja pysyvyys



Sakkaroosin kemiallinen rakenne selittää sen ominaisuuksia elintarvikkeiden valmistusaineena. Sakkaroosi, α -D-glukopyranosyyli- β -D-fruktofuranosidi, on disakkaridi, jossa glukoosin ja fruktoosin karbonyyliryhmät ovat osallistuneet monosakkaridien välisen sidoksen muodostumiseen. Sakkaroosi ei näin ollen sisällä vapaata sokereille tyypillistä reaktiivista $>C=O$ -ryhmää ja on pelkistämätön sokeri. Fruktosiin ja glukoosiin verrattuna sakkaroosi onkin huomattavasti pysyvämpi sokeri.

Kiteisen sakkaroosin hajoaminen ja karamelloituminen värikkäiksi yhdisteiksi alkaa vasta yli 160 °C:een lämpötilassa. Neutraaleissa vesiliuoksissa, 100–110 °C:n yläpuolella sakkaroosi invertoituu hitaasti glukoosiksi ja fruktoosiksi. Kuumennuksen aikana osa sokereista hajoaa orgaanisiksi happoiksi ja liuoksen happamuus kasvaa. Happokatalysoiduissa hajoamis-

reaktioissa samoin kuin kiteistä sokeria kuumennettaessa fruktoosista ja glukoosista lohkeaa vettä. Kondensoitumisreaktioiden päätuotteena syntyy hydroksimetyylifurfuraalia (HMF), joka ruskettumisreaktioissa vähitellen polymeroituu värillisiksi yhdisteiksi.

Vaikka glukoosilla ja fruktoosilla on sama molekyylikaava, $C_6H_{12}O_6$, ne ovat erilaisia sokereita. Karbonyyliryhmän sijainti hiili-2:ssa tekee fruktoosista pysymättömän verrattuna glukoosiin, jolla karbonyyliryhmä sijaitsee heti hiiliketjun päässä. Fruktosi muodostaakin glukoosia enemmän väriä ja aromia elintarvikkeiden lämpökäsittelyssä.

Monosakkaridi voi vesiliuoksissaan esiintyä periaatteessa viitenä erilaisena molekyyli-rakenteena, joiden makeus vaihtelee. Esimerkiksi osa fruktoosin molekyyli-rakenteista on hyvin vähän makeita tai jopa mauttomia. Korkeissa lämpötiloissa fruktoosin vesiliuoksissa näitä vähemmän makeita muotoja esiintyy suhteellisen paljon. Kuumissa juomissa tai jälkiruuissa fruktoosi maistuu vähemmän makealta kuin tavallinen sokeri. Vastaavasti kiteisenä tai kylmänä nautittavissa elintarvikkeissa fruktoosi on selvästi sakkaroosia makeampaa, koska makealta maistuvien molekyyli-rakenteiden osuus tasapainotilassa on silloin suuri.

Elintarvikkeissa sokeri voi hajota aromikkaiksi yhdisteiksi. Aromiaineiden tunnistamisessa *sniffing*-tekniikalla ihmisen hajuaisti ja kyky kuvailla haihtuvien yhdisteiden luonnetta on korvaamaton. Kuva mittalaitteen ja ihmisen saumattomasta yhteistyöstä, Turun yliopisto, biokemian laitos.



Liukoisuus

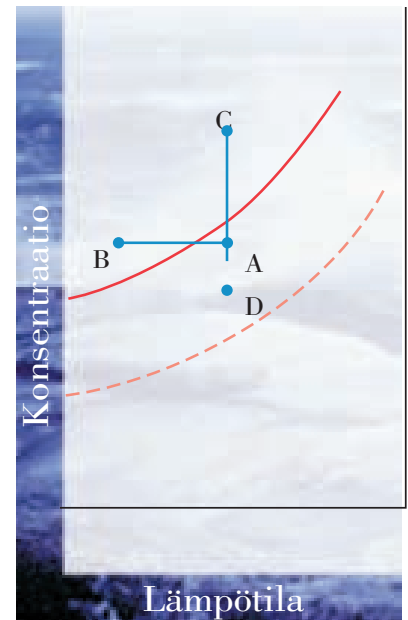
Sokeri on elintarvikkeissa liukoissa, kiteisessä tai amorfisessa muodossa. Sakkaroosin esiintymistä eri olomuodoissaan, sen liukoisuus- ja kiteytymisominaisuuksia sekä kykyä muodostaa kiinteä, kiteetön amorfina massa, käytetään hyväksi rakenteeltaan erityyppisissä makeisissa. Hilloissa, marmeladeissa, makeisissa ja konditoriatäytteissä sokkerikiteen liukeneminen on edellytys sokerin säilöväälle ominaisuudelle. Liuenneena sokeri kohottaa elintarvikkeen nestemäisen faasin viskositeettia, parantaa juomien suutuntumaa ja osallistuu leipomotuotteiden paistovärin syntyyn tai jäätelömassan jäätymisspisteen alenemaan. Sokkerikiteen makeuskin aistitaan vasta sen liuetessa.

Sakkaroosi on veteen hyvin liukeneva sokeri. Sen liukoisuus 20 °C:ssa on 66,7 % eli 100 grammaan vettä liukenee 200 grammaa sokeria. Kylläisessä

sokeriliuoksessa liuennun ja liukenemattoman sokerifaasin välillä vallitsee kemiallinen tasapaino: kylläistä liuosta alemmissa sokeripitoisuuksissa sokeri liukenee ja liukoisuusrajan ylittävissä pitoisuuksissa sokeri kiteytyy. Lämpötilan kohotessa sakkaroosin liukoisuus kasvaa, ja vastaavasti kylläistä sokeriliuosta jäädytettäessä ylimäärä sokeria kiteytyy.

Kylläistä sokeriliuosta hitaasti jäädytettäessä tai lisäämällä siihen samanaikaisesti kuumentaen sokkerikiteitä liukeneemisraja saattaa ylittyä kiteytymisen silti alkamatta. Liuos on tällöin ylikylläinen ja sisältää enemmän liuenutta sokeria kuin sokerin liukoisuus kyseisessä lämpötilassa edellyttäisi.

Ylikylläisten liuosten suhteellisen pysyvä tila on tyyppistä nimenomaan sakkaroosille ja edellytys kiteytymisen hallinnalle monissa makeistuotteissa.



Sakkaroosin suhteen ylikylläisen liuoksen syntyminen: jäädyttämällä, jana AB; haihduttamalla, jana AC; lisäämällä alkoholia, piste D. Katkoviiva kuvaa sakkaroosin liukoisuutta vesi-alkoholiseoksessa. Makeisissa ylikylläisyystila syntyy usein sekä haihduttamalla että jäädyttämällä.

Pienikiteisen sokerin suhteellisesti suurempi pinta-ala nopeuttaa liukenemista isokiteiseen sokeriin verrattuna. Sokerin liukeneemisnopeuteen elintarvikkeissa vaikuttavat myös sekoitusaika ja -teho sekä muut vettä sitovat ainesosat ja niiden lisäysjärjestys.

Useimmat vettä sitovat yhdisteet, tärkkelys, proteiinit ja gelatiini, alentavat sokerin liukoisuutta. Ruokasuola ja kaliumkloridi parantavat sakkaroosin

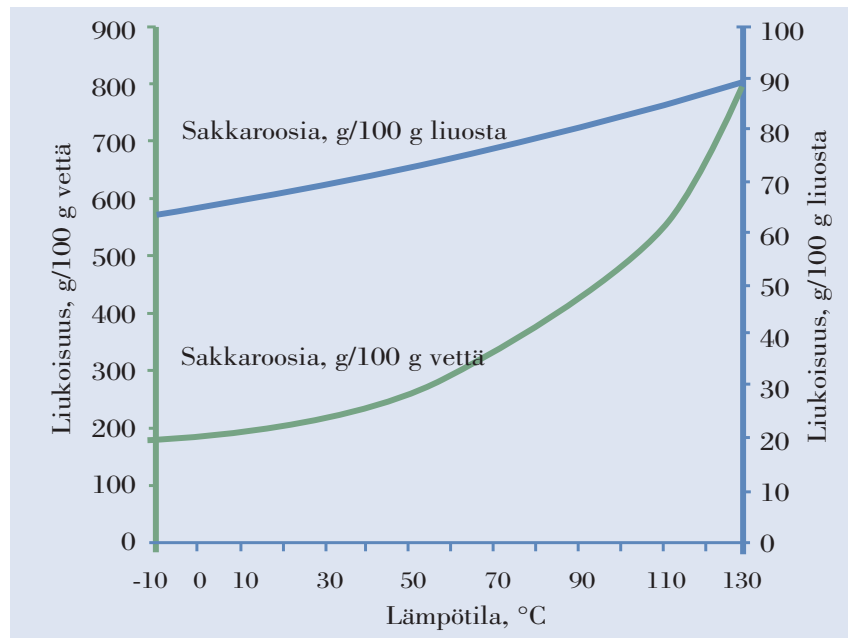
liukoisuutta lukuun ottamatta hyvin alhaisia suolapitoisuuksia. Alkoholia sisältävissä elintarvikkeissa sakkaroosin liukoisuus laskee. Elintarvikemelassin ja tummien sokerisiirappien epäpuhtaudet lisäävät sakkaroosin liukoisuutta.

Sakkaroosin invertoitumisen glukoosiksi ja fruktoosiksi lisää liukoisten sokerien kokonaismäärää. Enimmäisliukoisuuden tietyssä lämpötilassa vaikuttaa invertoitumisaste. Esimerkiksi sakkaroosin ja inverttisokerin kokonaisliukoisuus huoneenlämpötilassa on lähes 80 %, kun noin puolet sakkaroosista on invertoitunut. Jos invertoitumisaste edelleen kasvaa, inverttisokerin niukkaliukoisinta sokeria, glukoosia, muodostuu siinä määrin, että se kiteytyy.

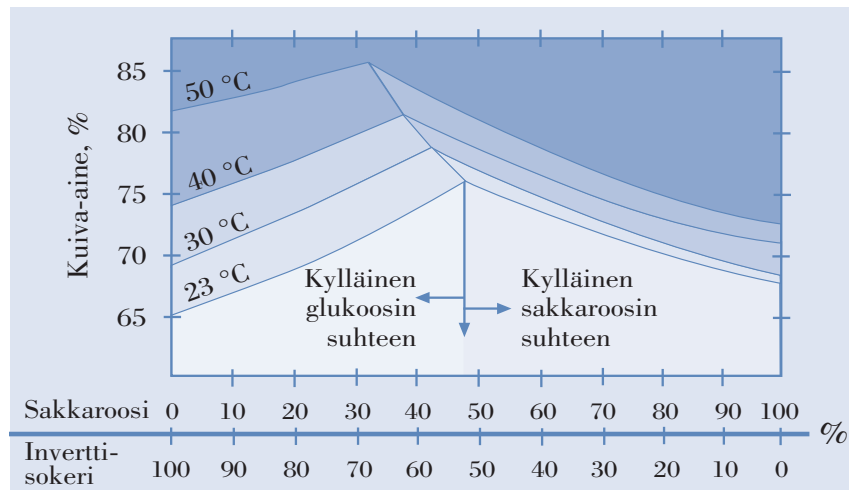
Sakkaroosin invertoituminen tai sokerien yhdistelmäkäyttö mahdollistavat kuiva-aineeltaan riittävän korkeiden, mikrobiologisesti turvallisten elintarvikkeiden sekä hyvin säilyvien nestemäisten sokerituotteiden valmistamisen.

Sokerikiteen liukeneminen veteen on lämpöä kuluttava reaktio. Lämpöä vapautuu, kun sokeri kiteytyy tai väkevä sokeriliuos laimennetaan vedellä.

Sokerin liukoisuusrajan ylittävä sokeri kiteytyy sokeriliuksesta liköörikonvehdin kuoreksi. Alkoholi alentaa sokerin liukoisuutta ja parantaa tuotteen mikrobiologista säilyvyyttä.



Sakkaroosin liukoisuus lämpötilan suhteen.



Sokerien kokonaisliukoisuus riippuu sakkaroosin invertoitumisasteesta.

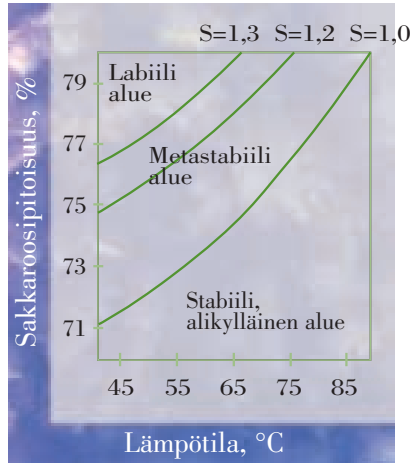


Kiteytyminen

Sakkaroosin osittainen kiteytyminen, – tai kyky pysyä hallitusti täysin kiteytymättömänä, – on tärkein makeisten rakenteeseen ja kokonaislaatuun vaikuttava sokerin ominaisuus.

Pomadassa, makeistäytteisissä, rakeistetuissa makeisissa, fudgessa ja liköörikonvehdeissa sokerin kiteytyminen on toivottua. Kovissa karamelleissa, toffeessa, makeismarmeladeissa, vaahtokaramelleissa tai hillossa ja jäätelössä sokerin kiteytyminen valmistuksen ja varastoinnin aikana on estettävä.

Sakkaroosin kiteytyessä liuoksen suhteellisen vapaat sokerimolekyylit pakotetaan siirtymään täysin määrättyyn järjestykseen kidehilassa. Siirtymiseen tarvittava voima ajaa potentiaalienergian tavoin molekyylit paikalleen kidehilassa ja edellyttää ylikylläistä liuosta - tai alijäähtynyttä nestettä. Ylikyllästystila S , määritellään konsentraatiosuhteena C/C_s , missä C on sokeriliuoksen konsentraatio ja C_s kyllä-

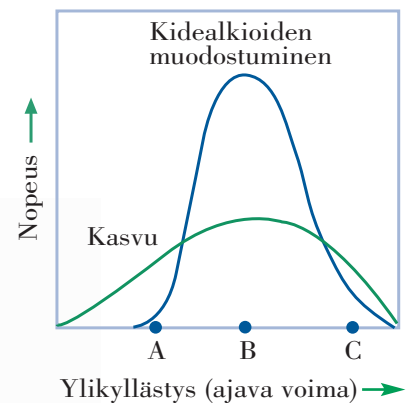


Puhtaan sakkaroosiliuoksen alija ylikyllästysalueet

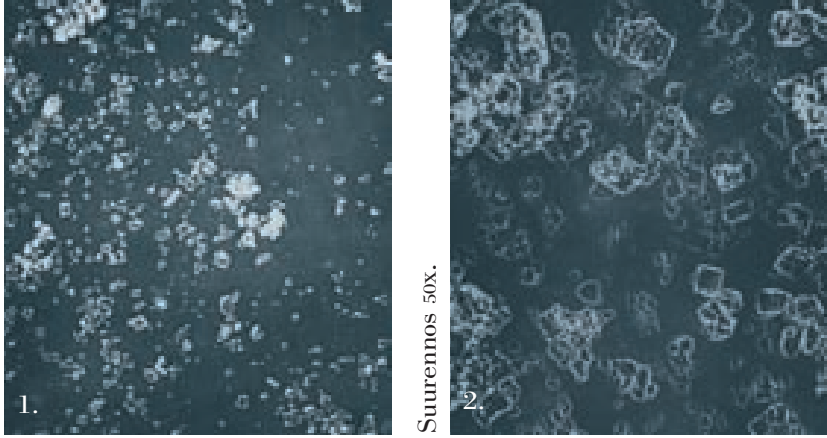
sen sokeriliuoksen konsentraatio (g/100g vettä) vastaavassa lämpötilassa.

Ylikyllästystilan arvot ovat olosuhteista riippuvia puhtaillekin sakkaroosiliuoksille; vieraat epäpuhtaudet, pölyhiukkaset tai säiliön seinien pinnan epätasaisuudet voivat olla alkuna neste-
mäisten sokerituotteiden kiteytymiselle. Elintarvikkeissa muut valmistusaineet, eri sokerit, tärkelyssiirappi, maitoproteiini, sakeuttamis- ja hyytelöimisaineet sekä rasvat vaikuttavat ylikyllästystilaan ja estävät sakkaroosia kiteytymästä.

Kidealkioiden muodostuminen ja kiteiden kasvu ovat kiteytymisen kaksi vaihetta. Kiteytyminen edellyttää kiderakenteen syntymistä joko kidealkioita muodostamalla tai kiteettömän, lasimaisen rakenteen purkautumisena. Ylikylläisyystilasta huolimatta sakkaroosiliuos ei aina välttämättä heti kiteydy. Puhtaan sakkaroosiliuoksen kiteytymiseen kuluu kuukausia, kun $S < 1,1$. Metastabiilisuusrajan $S = 1,3$ alapuolella sakkaroosin kiteytymiseen saattaa kulua minutteja, tunteja, päiviä jopa viikkoja. Vasta kun metastabiilisuusalue on saavutettu, kidealkioiden muodostuminen labiililla alueella kasvaa dramaattisesti.



Sakkaroosiliuoksen kiteytyminen riippuu kidealkioiden muodostumisesta ja kasvusta. Jos kiteytyminen tapahtuu kohdassa A, muodostuu vain muutama suuri kokoinen kide. Kohdassa B syntyy paljon pienikokoisia kiteitä, jotka suuresta kidepinta-alasta johtuen myös jäävät pieniksi. Kohdassa C muodostuvien kiteiden lukumäärä on pieni ja koko suuri.



1. Pomadan pehmeä, samettimainen suutuntuma syntyy, kun osa sakkaroosista on kiteytetty ylikylläisestä sokerin ja tärkkelyssiirapin seoksesta jäädyttämällä se ensin 40 °C:een samalla voimakkaasti sekoittaen. Syntyvien sokerikiteiden koko on pieni ja lukumäärä suuri.
2. Pomada on keitetty 112 °C:een, kuten edellä, mutta sekoitus on aloitettu heti ilman jäädyttämistä. Pomadan kidekoko jää suureksi ja suutuntuma karkeaksi.

Hyvin korkeissa ylikylläisyysasteissa korkea viskositeetti alkaa rajoittaa kidealkioiden muodostumista, kunnes se lasisiirtymän lämpötilassa täydellisesti estyy ja muodostuu lasimainen, kiinteä, kiteetön rakenne.

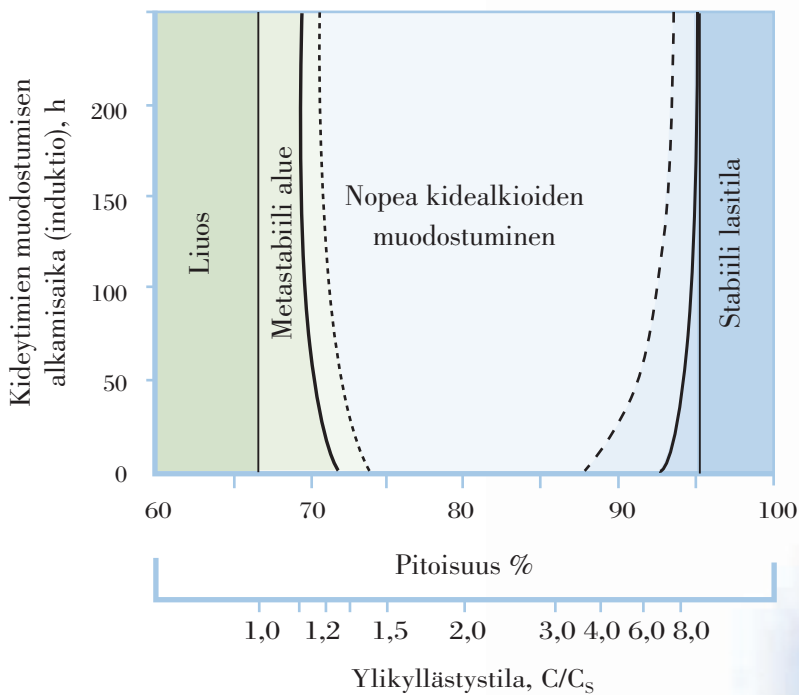
Ylikylläisen sakkaroosiliuoksen kuumentaminen lisää sakkaroosimolekyylien liike-energiaa, jolloin todennäköisyys useamman molekyylin muodosta-

mien sokerikiteiden syntymiselle kasvaa ja sakkaroosin kiteytymisen nopeutuu. Toisaalta lämpötilan kohottaminen parantaa sakkaroosin liukoisuutta ja pienentää ylikylläisyysastetta. Muodostuvien uusien kidealkioiden määrä jää vähäiseksi, ja jo olemassa olevat kidealkiot muodostavat harvoja, suurikokoisia kiteitä.

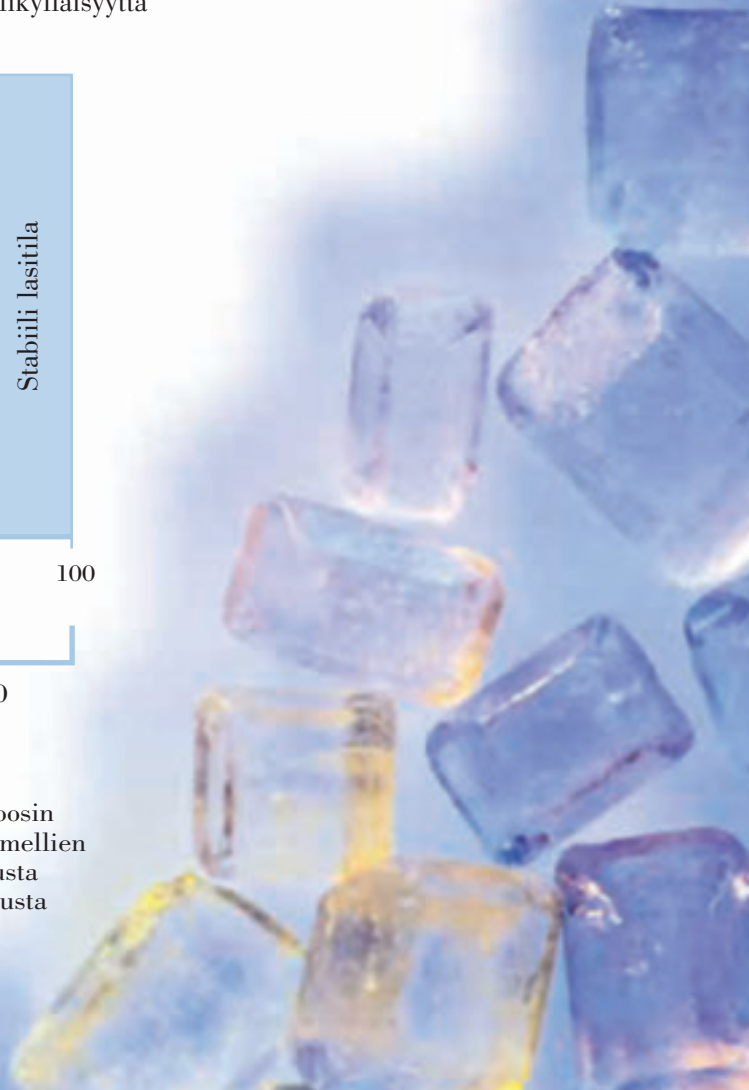
Lämpötilan laskeminen lisää sokeriliuoksen ylikylläisyyttä

Pehmeiden *fudge*-tyyppisten maitokaramellien lyhyt rakenne johtuu kiteytyneestä sokerista ja syntyy sekoittamalla makeismassaan kideymppeinä tomusokeria tai pomadaa.

ja viskositeettia. Korkea viskositeetti estää sakkaroosia kiteytymästä liian nopeasti. Sakkaroosi kiteytyy korkeammasta ylikylläisyystilasta, ja kidekoko jää pieneksi. Myös kiteytyvän liuoksen voimakas sekoitus edistää kidealkioiden muodostumista ja lisää pienten kiteiden lukumäärää.



Kidealkioiden muodostumisen viipymäaika riippuu sakkaroosin ylikyllästystilasta. Katkoviiva havainnollistaa kovien karamellien kiteytymisen estoon käytettyjen tärkkelyssiirappien vaikutusta viipymäaikaan. Pisteviiva kuvaa tärkkelyssiirappien vaikutusta induktioajan pitenemiseen, kun amorfinen sokeri kiteytyy.



Lasittuminen ja lasisiirtymä

Monissa elintarvikkeissa sokeri voidaan saada muodostamaan kiinteä kiteetön rakenne. Kiteetömänä tai amorfisena sokeri ja sokerien seokset ovat usein kiinteässä ja läpikuultavassa tilassa, josta tyypillisimpänä esimerkkinä ovat kovat karamellit.

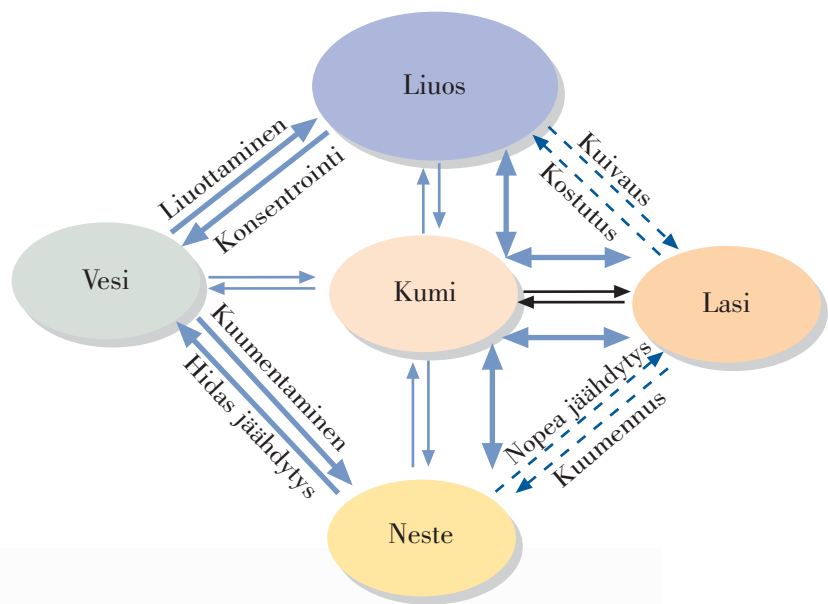
Kiteettömiä, kiinteitä aineita kutsutaan yleisesti lasiksi ja lasitilan muodostumista lasittumiseksi. Sokerilla lasittuminen voi tapahtua joko sulattamalla kiteistä sokeria ja antamalla sen lämpötilan laskiessa kovettua tai poistamalla vettä sokeriliuosta kuivaamalla. Useimmat sokeria sisältävät jauheet ovat itse asiassa lasimaisia rakenteita, jotka pysyvät koossa sokerin kiinteän rakenteen avulla.

Sulassa tilassa sokeri on nestemäistä ainetta. Sulatetun sokerin lämpötilan laskiessa viskositeetti kasvaa ja muodostuu siirappimainen, tahmea rakenne. Lasitila muodostuu lämpötilan

laskiessa ns. lasisiirtymän lämpötilan, T_g , alapuolelle.

Lasiirtymäksi kutsutaan lämpötila-aluetta, jolla materiaalin viskositeetti kasvaa niin suureksi, että amorfinen materiaali lasittuu. Lasittuessaan sokeri menettää siirappimaisuuden ja tahmeuden, mikä on ensisijaisen tärkeää mm. jauheiden käsiteltävyyden kannalta.

Tahmeutumisen lisäksi viskositeetin pieneneminen lasipisteen yläpuolella aiheuttaa kiviin sokeria sisältävien rapeiden elintarvikkeiden sitkistymisen ja rapeuden häviämisen. Amorfisen sokerin tila ja lasisiirtymä vaikuttavat siten sokeria sisältävien elintarvikkeiden ominaisuuksiin ja niiden laadussa tapahtuviin muutoksiin.

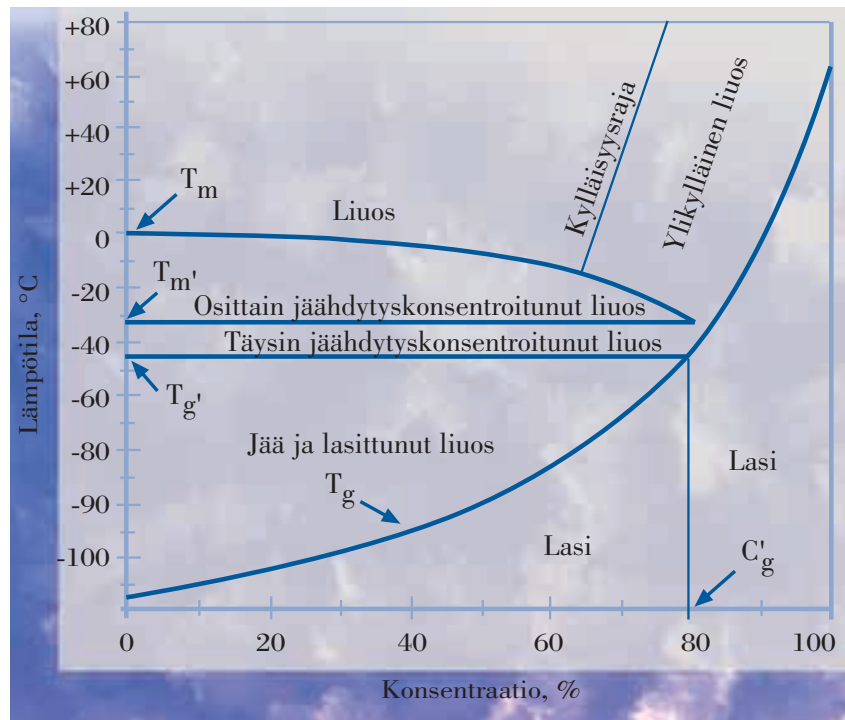


Sokerin tyypilliset olomuodot. Sokeri voi olla tasapainotilassa kiteenä, nesteenä tai liuenneena. Amorfinen olomuoto saadaan aikaan nestemäisen materiaalin nopealla jäädyttämisellä tai kuivauksella. Muutokset tasapainotilojen ja lasitilan välillä tapahtuvat aina kumitilan kautta.

Kaikilla sokereilla on niille ominainen, vesipitoisuudesta riippuva lasisiirtymän lämpötila-alue. Vedetön sakkaroosi lasittuu lämpötilan $+62\text{ }^{\circ}\text{C}$ alapuolella. Lasisiirtymän laajuus on noin $10\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ja se sijoittuu yleensä $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ sokerin sulamispisteen alapuolelle. Lasipisteen yläpuolella, lämpötilassa T muutos kohti tasapainotilaa nopeutuu lämpötilaeron $T-T_g$ kasvaessa lasipisteeseen nähden. Vesi alentaa voimakkaasti lasipisteen lämpötilaa, mikä voi johtaa ylikylläisen sokeriliuoksen kiteytymiseen ennen lasitilan muodostumista.

Sokerin ja sokeriliuosten lasisiirtymän riippuvuutta vesipitoisuudesta kuvataan usein tiladiagrammin avulla. Tiladiagrammia voidaan periaatteessa käyttää hyväksi haluttaessa muuttaa tietyn koostumuksen omaavan tuotteen vesipitoisuutta. Lasisiirtymän lämpötilan jäädessä varastointilämpötilan alapuolelle voi tapahtua vakavia laatuvirheitä. Tyypillisiä esimerkkejä ovat so-

Kovien karamellien lasimainen, kiteetön, amorfinen rakenne syntyy jäähdytettäessä nopeasti ylikylläisiä sokeriliuoksia. Sakkaroosin kiteytymistä estää tärkkelyssiirappi tai inverttisokeri. Kovien karamellien kokonais-sokeripitoisuus on yli 90% .



Sakkaroosin tiladiagrammi. Lasittuminen tapahtuu lasisiirtymän lämpötilan (T_g) alapuolella. Lasipiste (T_g) alenee vesipitoisuuden kasvaessa. Jään muodostuminen sen sulamispisteen (T_m) alapuolella aiheuttaa sakkaroosin jäähdetykskonsentroitumisen. Liuoksissa jäätä muodostuu sulamislämpötilan (T_m) alapuolella. Suurin määrä jäätä muodostuu lämpötilan (T'_m) alapuolella ja täysin jäähdetykskonsentroitunut liuos lasittuu (T'_g) alapuolella, jolloin materiaali sisältää jäätä ja jäätyttömän liuoksen, jossa sakkaroosipitoisuus on C'_g (80 %).

keria sisältävien kuivaseosten paakkuuntuminen, ei-toivottu kiteytyminen, tilavuuden pieneminen ja aromiainetappiot.

Tiladiagrammilla voidaan myös teoriassa osoittaa, miten paljon sokeriliuoksesta on poistettava vettä lasittumisen aikaansaamiseksi tai miten paljon sokeriliuokset sisältävät

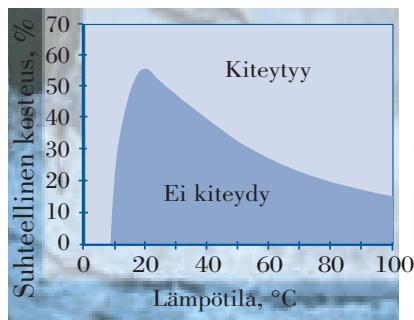
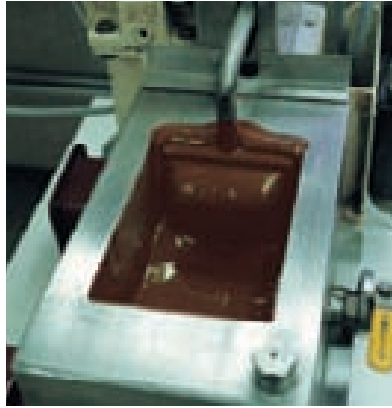
jäätä pakasteita varastoitaessa. Sokerin lasisiirtymän tuntemista voitaisiin käyttää apuna myös prosessin ohjauksessa sekä pakkausmateriaalien ja säilytysolosuhteiden valinnassa.



Amorfinen sokeri

Kun sulanut sokeri tai hyvin alhaiseen vesipitoisuuteen keitetty kylläinen sokeriliuos nopeasti jäädytetään, sokerimolekyylit siirtyvät säännöllisestä kiderakenteesta amorfiseen tilaan. Sokerin amorfisuus viittaa järjestäytymättömään olomuotoon, jossa sokeri voi olla lasimaista, läpikuultavaa, kumimaista tai ylijäähtynyttä liuosta. Amorfista sokeria syntyy myös kiteistä sokeria jauhamalla sekä sokeriliuoksia pakkas- tai sumutuskuivaamalla. Tomusokerissa 2–3 % sokerista on amorfisessa muodossa.

Raja amorfisen ja kiteisen sokerin olomuodon välillä on liukuva. Järjestäytymättömyyden asteesta ja amorfisen tilan syntymekanismista riippuen amorfisen sokerin ominaisuudet vaihtelevat. Toisaalta, sokerin amorfisuus ylijäähtyneessä lasimaisessa nesteessä vastaa erittäin korkealle keitetyn, ylikylläisen sokeriliuoksen amorfiaa. Yhteistä amorfisen sokerin eri muodoille on kyky sitoa aromiaineita, hygroskooppisuus ja pyrkimys takaisin energetisesti edullisempaan kide-tilaan.



Suklaan hienovalssauksessa amorfisen sokerin osuus on 30–90 % ja edellytys suklaan aromin muodostumiselle. Valmiissa suklaassa amorfinen sokeri sitoo tehokkaasti kosteutta ja aromiaineita.

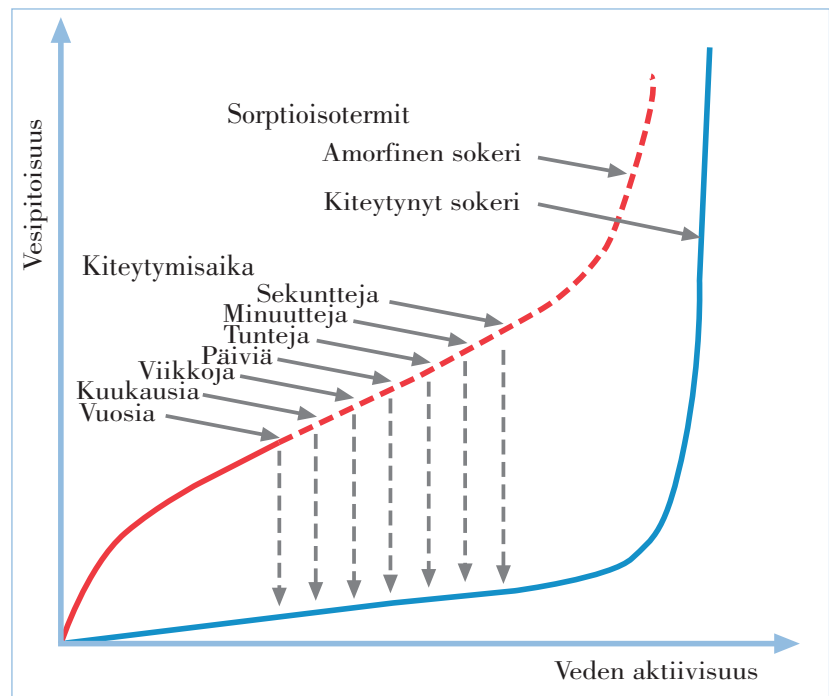
Suklaan konssausvaiheessa sokerikiteiden pinta on amorfisten sokeripartikkelien peittämää.

Amorfisen sokerin kiteytyminen konssausvaiheessa riippuu lämpötilasta ja kosteudesta. Esimerkiksi korkea lämpötila ja alhainen kosteuspitoisuus suosii kiteytymistä.

Sokerin kiteytyessä vapautuu vettä ja osa sokerista liukenee ja agglomeroituu.

Amorfisen sokerin pysyvyys riippuu vesipitoisuudesta, veden aktiivisuudesta ja lämpötilasta. Huoneenlämpötilassa amorfinen sokeri on hyvin hygroskooppista. Sen reaktiivisuutta veden kanssa kuvaa negatiivinen, lämpöä kehittävä liukenemislämpö, kun taas kiteisen sokerin liukeneminen veteen laskee veden lämpötilaa. Amorfinen sokeri adsorpoi voimakkaasti vettä myös hyvin alhaisessa ilman suhteellisessa kosteudessa (esim. a_w alle 0,2). Veden plastisoivan vaikutuksen seurauksena amorfinen sokeri joutuu kumitilaan. Kumitilassa viskositeetti on alhaisempi kuin lasitilassa ja molekyylien liike riittää säännöllisen kiderakenteen muodostamiseen. Amorfinen rakenne purkautuu ja sokeri kiteytyy. Kiteytyessään amorfinen sokeri luovuttaa sitomansa veden ja menettää kyvyn sitoa aromiaineita. Kiteytymisnopeus riippuu lämpötilaerosta $T - T_g$. Mitä korkeampi lämpötila lasipisteeseen T_g nähden on, sitä nopeammin amorfinen sokeri kiteytyy.

Amorfisen sokerin muuttumista esimerkiksi marengin paiston jälkeen hyvin säilyvään kiteiseen olomuotoon voidaan seurata röntgendiffraktometrisesti. Kiteisen sokerin röntgendiffraktogrammilta ominainen terävyys katoaa sokerin ollessa amorfisessa tilassa.

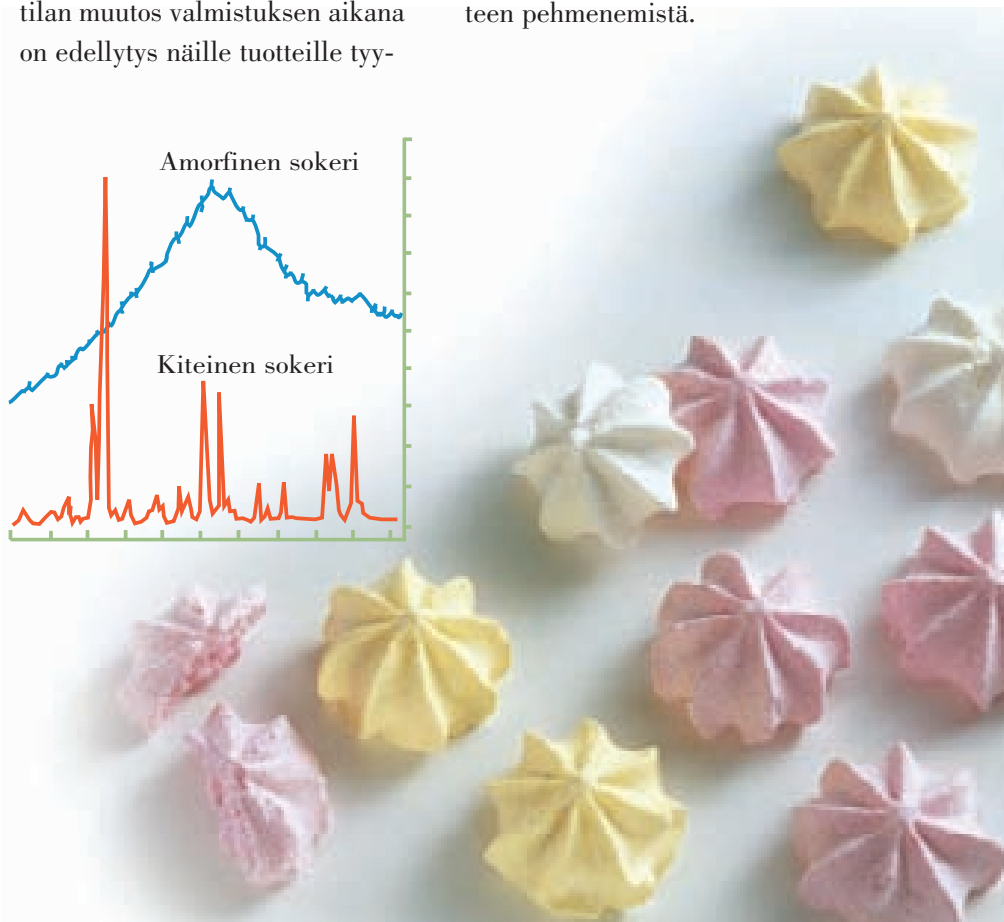
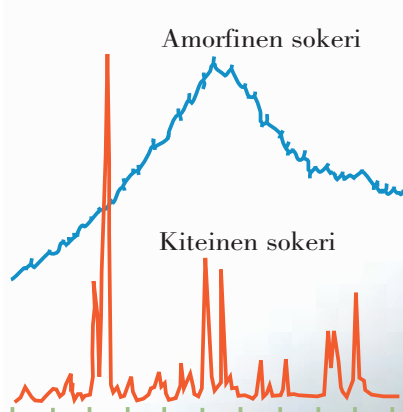


Amorfinen sokeri voi kiteytyä kriittisen veden aktiivisuusarvon yläpuolella. Sokeria sisältävissä elintarvikkeissa muut elintarvikkeen valmistusaineet viivästyttävät kiteytymistä.

Amorfinen sokeri kiteytyy kriittisen veden aktiivisuusarvon yläpuolella. Sokeria sisältävissä elintarvikkeissa muut elintarvikkeen valmistusaineet viivästyttävät kiteytymistä.

Myös monissa runsaasti sokeria ja vähän kosteutta sisältävissä elintarvikkeissa sokeri on amorfisessa muodossa. Sokerin tilan muutos valmistuksen aikana on edellytys näille tuotteille tyy-

pilliselle rakenteelle, ulkonäölle, maulle, aromille ja säilyvyydelle. Amorfisen tilan purkautuminen ja sokerin ei-toivottu kiteytyminen makeisissa havaitaan aromipitoisuuden pienenemisenä, viskositeetin ja veden aktiivisuuden kasvuna. Kekseissä sokerin uudelleen kiteytyminen merkitsee niille ominaisen rapean rakenteen pehmenemistä.

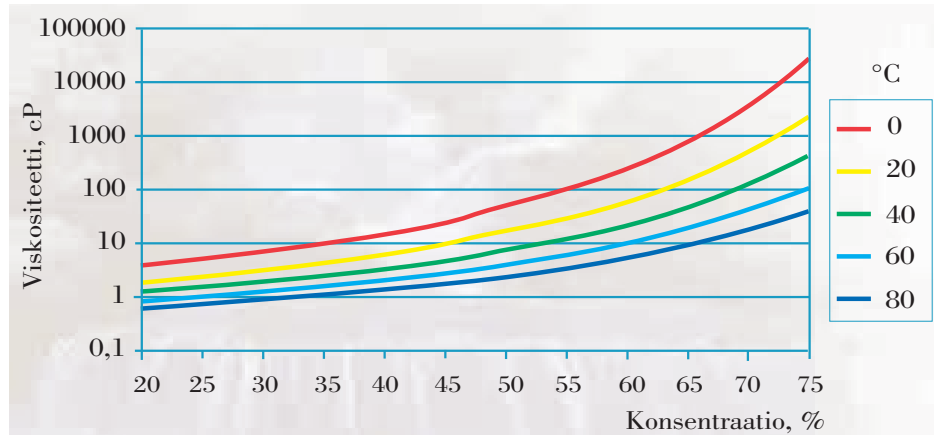


Viskositeetti

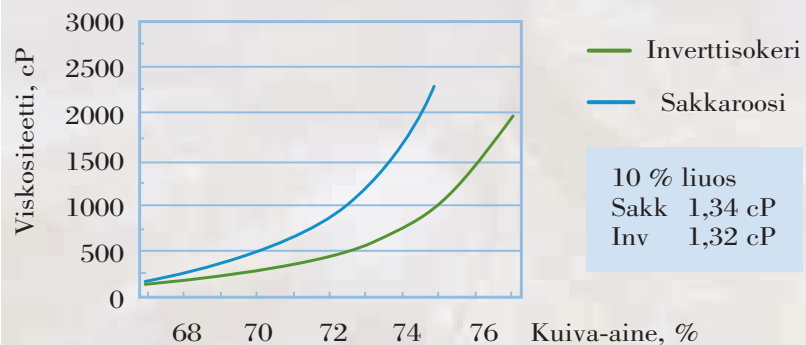
Viskositeetti on nesteen sisäistä kitkaa. Sokeriliuoksen viskositeetti vaikuttaa sen käsittelyominaisuuksiin. Viskositeetti on sitä korkeampi mitä konsentroidumpi sokeriliuos on. Lämpötilan ja viskositeetin välillä on käänteinen suhde: matalissa lämpötiloissa väkevä sokeriliuos on jähmeäliikkeistä ja viskositeetti korkea, kuumennettaessa viskositeetti alenee ja sokeriliuoksen juoksevuus paranee.

Eri sokerien viskositeettiin vaikuttaa molekyylin koko. Fruktosin ja glukoosin tai inverttisokerin viskositeetti on alhaisempi kuin sakkaroosilla.

Mono- ja disakkaridien väliset viskositeettierot korostuvat väkevissä sokeriliuoksissa. Sokeriseosten viskositeetti riippuu seoksen komponenttien suhteista ja viskoosiudesta. Tummien sokerisiirappien väkevät liuokset



Sakkaroosiliuoksen viskositeetti eri lämpötiloissa ja konsentraatioissa



Sakkaroosi- ja inverttisokeriliuosten viskositeetti 20 °C:ssa.

ovat viskoottisempia kuin yhtä väkevät puhtaat sokeriliuokset. Pitkaketjuisia sokereita sisältävien tärkkelyssiirappien viskositeetti on kokonaan eri kentaluokkaa kuin sokerien.

Liunneen sokerin viskositeetti vaikuttaa erilaisten sokereita sisältävien elintarvikkeiden prosessoitavuuteen ja tyypillisiin ominaisuuksiin. Jo suhteellisen vähän sokeria ja runsaasti vettä sisältävissä juomissa sokeriliuoksen viskositeetti muuntelee juoman aistein havaittavia ominai-



suuksia: makeuden aistimista, sen viipymää ja juoman aromikkuutta. Sokeri lisää täyteläisyyden tuntua, parantaa suutuntumaa ja estää vetistä makua.

Hilloissa, marmeladeissa ja hyytelöissä sokerin osuus valmistusaineista on suuri: sokeriliuoksen viskositeetti ja sokerin kyky muodostaa pektiinin kanssa geelejä on olennaista tuotteen rakenteelle.

Leipomotuotteissa taikinan tai massan vesiosaan liuennut sokeri lisää viskositeettia ja edesauttaa syntyneiden ilmakuplien pidättymistä vesifaasiin paiston aikana. Tuloksena on kuohkea, leipomotuotteelle ominainen rakenne ja tilavuus.

Makeislajista riippuen sokeriliuoksen viskositeetti vaikuttaa massan käsiteltävyyteen, valmiin tuotteen rakenteeseen, muodon pysyvyyteen tai makeuden ja aromien aistimiseen. Lämpötila ja sokeripitoisuus säätelevät viskositeettia ja edelleen sokerin kiteytymistä. Väkevän sokeriliuoksen korkea viskositeetti ja muut valmistusaineet hidastavat ja osittain estävät kiteytymistä. Ylikylläistä sokeriliuosta nopeasti jäähdyttämällä syntyneessä lasimaisessa tilassa äärimmäisen korkea viskositeetti, 10^{10} Pa·s, estää sakkaroosin kiteytymisen kokonaan. Vedetön sakkaroosi lasittuu $+62$ °C:ssa.

Vesi alentaa voimakkaasti lasiirtymän lämpötilaa. Kovan

karamellin pinnalle varastoinnin aikana absorpoituva kosteus tai lämpötilan kohoaminen laskee viskositeettia ja muuttaa sokerin olomuotoa: lasimainen, amorfinen sokeri kiteytyy ja liukenee ohueksi siirappifilmiksi tuotteen pinnalle. Viskositeetti laskee ja sokerin kiteytyminen etenee kerroksittain vähitellen koko makeiseen.

Joissakin makeistyypeissä, kuten toffeessa, jo yhden prosentin vesipitoisuuden nostaminen saattaa laskea viskositeetin puoleen. Vastaavasti maitoa sisältävillä karamelleilla massan uudelleen keittäminen tai normaalia pidempi keittoaika laskee olennaisesti viskositeettia, koska osa proteiinista pilkkoutuu.

Yleinen syy viskositeetti-poikkeamiin makeisten valmistuksessa on sakkaroosin osittaisesta invertoitumisesta johtuvat muutokset esimerkiksi happamien valumakeisten tai marmeladien rakenteessa.

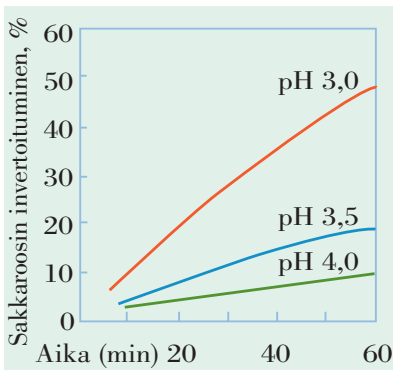
Elintarvikkeen korkea viskositeetti yleensä heikentää makeuden tai aromien voimakkuuden aistimista. Makeuserot havaitaan paremmin sokeriliuoksista kuin esimerkiksi saman verran sokeria sisältävistä geeleistä.



Invertoituminen

Happamat olosuhteet tai invertaasientsyymi pilkkoo sakkaroosin joko kokonaan tai osittain glukosiksi ja fruktoosiksi. Pilkkoutumista kutsutaan invertoitumiseksi ja syntynyttä glukosin ja fruktoosin seosta inverttisokeriksi. Invertoituminen muuntelee sakkaroosin ominaisuuksia. Suhteellisen pysyvää, pelkistävää disakkaridista muodostuu silloin kaksi ominaisuusiltaan erilaisista, reaktiivista monosakkaridia.

Invertoitumisnopeuteen vaikuttaa myös happamuuden säätöön käytetty happo. Elintarvikkeiden happamuuden säätöön käytetyistä orgaanisista hapoista

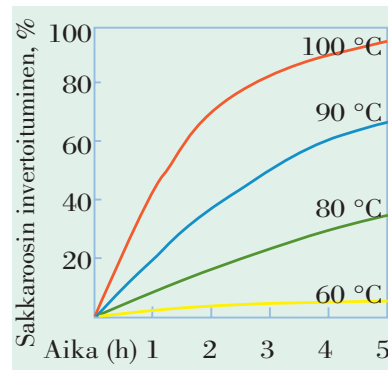


Invertoitumisnopeus 90 °C:ssa pH-alueella 3,0–4,0.

Ominaisuus	Sakk	Glu	Fru	Inv
Värin ja aromin muodostaja	(++)*	+	++++	++
Käymiskyky				
ilman muita sokereita	+	+	+	+
muiden sokerien kanssa		++	+	
Makeus	++	+	+++	++
Hygroskooppisuus				
kiteisenä	+	++	+++	
yhtä väkevänä liuoksena	+	++	++	++
kylläisenä liuoksena	++	+	+++	++
Jäätymispisteen laskija/ Kiehumispisteen kohottaja	+	++	++	++

* edellyttää invertoitumista

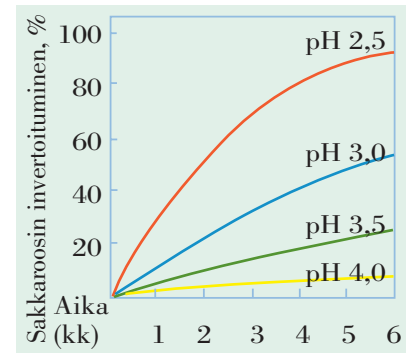
suurin invertointikyky on sitruunahapolla. Ero omena- ja viinihappoon on kuitenkin pieni. Kuumennettaessa 10 % sakkaroosiliuoksia pH 3,0:ssa pusku-roimattomissa happoliuoksissa



Invertoitumisnopeus eri lämpötiloissa pH 3,5:ssä.

inversioaste laskee sarjassa sitruunahappo > omenahappo > viinihappo > fosforihappo > maitohappo.

Huoneenlämpötilassa sakkaroosiliuos invertoituu vasta hyvin happamissa olosuhteissa. Kuumentaminen lisää invertoitumisalttiutta. Jo pienikin happolisäys nopeuttaa invertoitumista hyvin happamia elintarvikkeita kuumennettaessa. Mitä korkeampi lämpötila ja pitempi kuumennusaika, sitä todennäköisemmin sakkaroosi invertoituu.

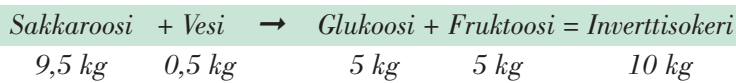


Invertoituminen huoneenlämpötilassa pH 2,5–4,0:ssa.

Meden sisältämästä sakkaroosista noin puolet on invertoitunut. Mehiläinen erittää invertaasientsyymiä, joka hunajan kypsessä pilkkoo sokerin lähes täydelleen glukosiksi ja fruktoosiksi.



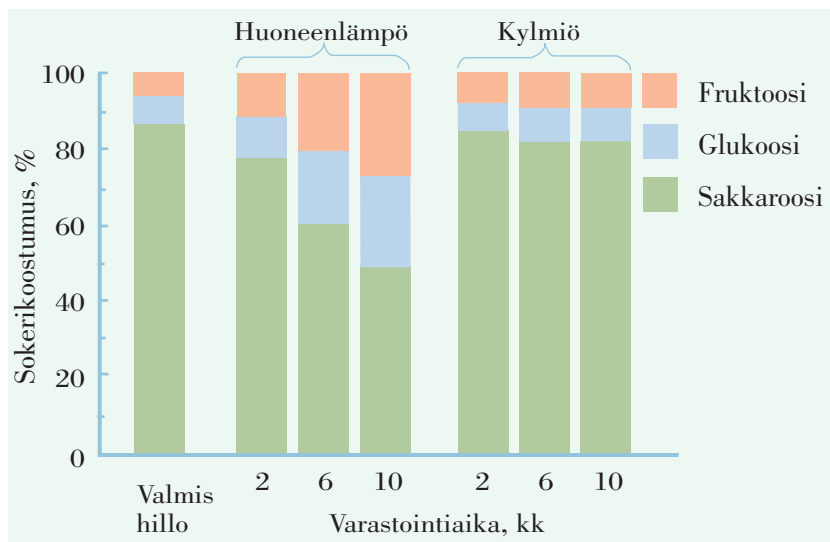
Sakkaroosin täydellisessä inverttoimisessa sokeriliuoksen kuiva-aine kasvaa viisi prosenttia: 9,5 kilosta sakkaroosia saadaan 10 kiloa inverttisokeria:



Osa sakkaroosista inverttoituu erityisesti happamissa juomissa tai hilloissa. Juomissa sakkaroosin inverttoituminen vaikuttaa makeuden aika-intensiteetti-profiiliin tasapainottaen paitsi makeutta, myös makua ja aromia.

Hilloissa sakkaroosista inverttoituu 15–20 % jo keittovaiheessa. Tehokas jäähditys täytön jälkeen estää inverttoitumista, mutta suuriin yksiköihin pakatta-

essa hidas jäähtyminen pakkauksen keskiosassa lisää inverttoitumista ja aiheuttaa paikallisia väri- ja rakennevirheitä. Kaupan hyllyllä inverttoituminen jatkuu. Varastointi alhaisemmassa lämpötilassa alentaisi inverttoitumistasetta huomattavasti.



Säilytyslämpötilan vaikutus inverttoitumiseen hilloissa.

Osa virvoitusjuomaan lisätystä sakkaroosista inverttoituu jo juomaa valmistettaessa. Varastoinnin aikana inverttoituminen jatkuu, ja virvoitusjuoman sokerikoostumus muistuttaa marjojen ja hedelmien sokerikoostumusta.

Makeisissa, makeistyyppistä riippuen, inverttoitumisen on keiton aikana oltava hallittua. Inverttoituminen – tai inverttisokeria sisältävän sokerituotteen käyttö – lisää sokerien kokonaisliukoisuutta ja vähentää kiteytymisherkkyttä. Massaan liukeneemattoman kiteisen sokerin osuus alenee ja siirappiosan viskositeetti kasvaa, jolloin kidefaasin keskimääräinen kidekoko pienenee ja rakenne lyhenee.

Inverttisokeri antaa makeiselle myös väriä ja aromia. Liukoisuuden kasvu parantaa mikrobiologista säilyvyyttä. Runsaasti vettä sisältävissä geelimäisissä makeismarmeladeissa ja valutuotteissa inverttisokerin hygroskooppisuus edistää pehmenä säilymistä. Valmistuksen jälkeen, invertaasientsyymien käyttöä lukuun ottamatta, inverttoituminen makeisissa on haitallista.



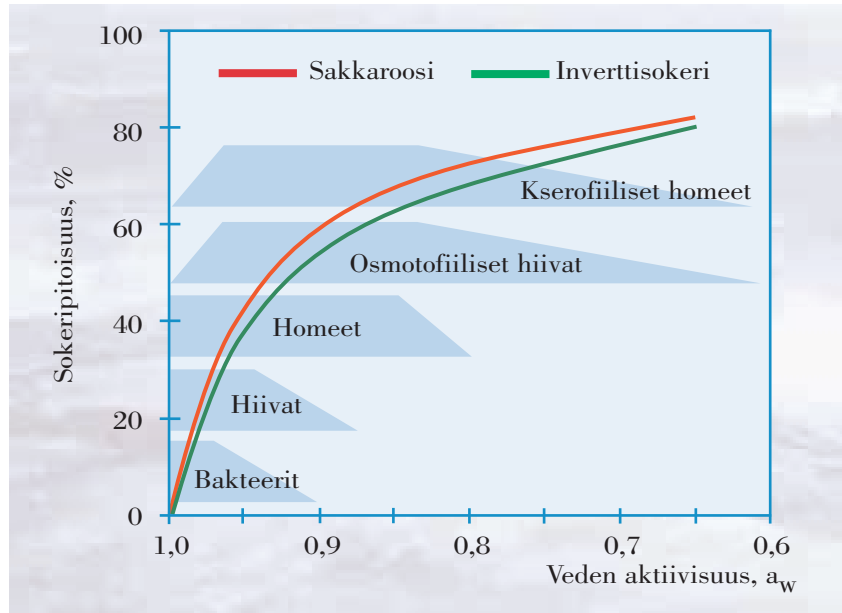
Vaikutus veden aktiivisuuteen

Elintarvikkeen mikrobiologisen ja aistinvaraisen säilyvyyden kannalta vesi on avainasemassa. Sokerin säilövä ominaisuus perustuu kykyyn sitoa vettä ja alentaa pilaantumisilmiöissä tarvittavan vapaan veden määrää. Runsaasti sokeria sisältävissä makeisissa ja hilloissa sokeri on säilövä valmistusaine. Leipomo- ja konditoriatuotteissa sokeri edistää tuoreena säilymistä.

Sitoutumattoman, vapaan veden osuutta tuotteessa kuvaa veden aktiivisuusarvo a_w , jolla tarkoitetaan tuotteen vesihöyrynpaineen (p) suhdetta puhtaan veden höyrynpaineeseen (p_0) samassa lämpötilassa:

$$a_w = p/p_0$$

Koska $a_w = 1,0$ puhtaalle vedelle, sokeriliuoksen konsentraation kasvu aiheuttaa a_w -arvon laskun. Runsaasti sokeria sisältävissä tuotteissa alhainen veden aktiivisuusarvo on hyvä käytännön ennuste elintarvikkeen mikrobiologiselle säilyvyydelle. Veden aktiivisuusarvon laskiessa sokeriliuoksen – ja elintarvikkeen – mikrobiologinen säilyvyys paranee.



Veden aktiivisuus a_w eri sokeripitoisuuksissa ja pilaavien mikrobien suosimat a_w -alueet.

Korkeille sokeripitoisuuksille ja matalille veden aktiivisuusarvoille herkimpiä mikro-organismeja ovat bakteerit. Yleisimpien ruokamyrkytyksiä aiheuttavien bakteerien toiminta estyy, kun a_w -arvo on alle 0,86. Hiivat ja homeet sietävät hyvin alhaisia veden aktiivisuuksia.

Liuenneen sokerin molekyylipaino vaikuttaa veden aktiivisuuden alenemaan. Teoriassa monosakkaridit, glukoosi ja fruktoosi, alentavat veden aktiivisuutta tehokkaammin kuin sakkaroosi, ja in-

vertoitunut sakkaroosi yhtä tehokkaasti kuin monosakkaridit.

Alhaisessa kuiva-aineessa erot sokerien kyvyssä alentaa veden aktiivisuutta ovat kuitenkin vähäisiä. Käytännön eroja eri sokerien kyvyssä laskea a_w -arvoa – ja parantaa elintarvikkeen säilyvyyttä – on vasta riittävän korkeissa sokeripitoisuuksissa. Kyläisten sokeriliuosten veden aktiivisuuserot selittyvät myös sokerien erilaisesta liukoisuudesta.

	Kylläinen liuos, 25 °C	a_w
Fruktoosi	80,2 %	0,61
Glukoosi	50,6 %	0,89
Sakkaroosi	67,8 %	0,85

Vaikutus tasapainokosteuteen

Elintarvikkeen a_w -arvon ja ympäröivän ilman suhteellisen tasapainokosteuden (ERH = Equilibrium Relative Humidity) välillä on riippuvuus:

$$\text{ERH} = 100 \times a_w$$

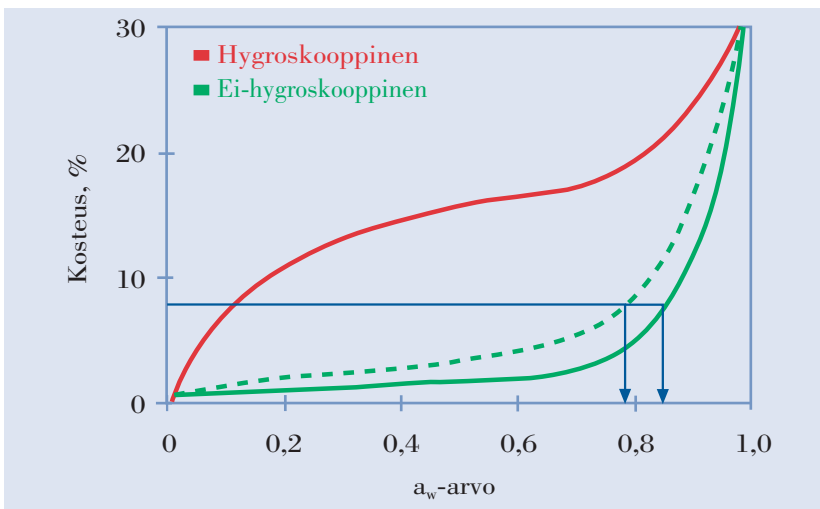
Kun tuotetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus (RH) on sama kuin elintarvikkeen tasapainokosteus (ERH), elintarvikkeesta ei haihdu eikä siihen myöskään imeydy vettä. Elintar-

Tuotteen vesipitoisuus alenee ja se kuivuu, koska ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on tuotteen tasapainokosteutta alhaisempi. Hygroσκοoppisina, vettä sitovina valmistusaineina, sokerit alentavat a_w -arvoa, jolloin tuote säilyy kosteampana ja kauemmin tuoreena.

Niukasti vettä ja runsaasti sokeria sisältävien elintarvikkeiden, esimerkiksi keksien, piparkakkujen tai kovien karamellien a_w -arvo on puolestaan hyvin al-

hainen. Ne ovat mikrobiologisesti säilyviä, mutta ilman suojaavaa pakkausta imevät herkästi ympäristöstään vettä, jolloin aistittava laatu heikkenee.

Sokerin hygroσκοoppisuus elintarvikkeissa riippuu kiteisen tai liuenneen sokerin suhteesta tai amorfisen sokerin osuudesta. Muutos sokerin olomuodossa elintarvikkeen valmistuksen tai varastoinnin aikana vaikuttaa a_w -arvoon. Tehokkaimmin sokeri alentaa veden aktiivisuutta liuenneena. Jos sokeri kiteytyy, sen kyky alentaa veden aktiivisuutta heikkenee. Amorfinen sokeri imee herkästi kosteutta ympäristöstään.



Ei-hygroσκοoppisen ja hygroσκοoppisen tuotteen sorptioisotermi. Sokerilisäys ei-hygroσκοoppiseen tuotteeseen siirtää sorptioikäyrää hieman vasemmalle: samaa kosteuspitoisuutta vastaava a_w (ERH) alenee ja tuotteen kuivumistaipumus heikkenee.

vikkeen sorptioisotermi kuvaa tuotteen vesipitoisuuden ja suhteellisen tasapainokosteuden (tai a_w -arvon) välistä riippuvuutta tietyssä lämpötilassa ja ennustaa tuotteen säilyvyyttä.

Erot elintarvikkeen a_w -arvossa ja ympäröivän ilman suhteellisessa kosteudessa pyrkivät tasoittumaan. Suhteellisen vähän sokeria ja runsaasti vettä sisältävien elintarvikkeiden, esimerkiksi kahvileivän a_w -arvo on korkea.



Kiehumispisteen kohoama

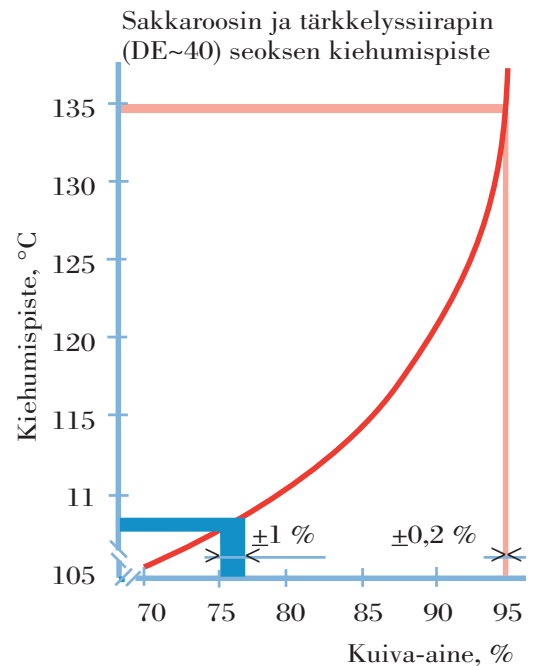
Liennut sokeri alentaa veden höyrynpainetta puhtaaseen veden verrattuna. Tästä syystä sokeriliuoksen kiehumiseen tarvitaan korkeampi lämpötila. Kiehumispisteen kohoama, BPE (*boiling point elevation*), on sokeriliuoksen ja veden kiehumispisteiden välinen erotus. Kiehumispisteen kohoama riippuu sokerikonsentraatiosta ja vallitsevasta ilmanpaineesta. Teoriassa 1 mooli (342 g) yhteen litraan vettä liennutta sakkaroosia kohottaa sokeriliuoksen kiehumispistettä 0,52 °C. Käytännössä, väkevissä sokeriliuoksissa BPE on huomattavasti laskennallista arvoa suu-

rempi. Veden ja sakkaroosimolekyylien välinen vuorovaikutus, sokerin epäpuhtaudet, sakkaroosin invertoituminen ja hajoamistuotteet kohottavat sokeriliuoksen kiehumispistettä.

Koska sokeriliuoksen kiehumispisteen kohoama on suoraan verrannollinen sokerikonsentraatioon, voidaan esimerkiksi makeiskeiton kiehumislämpötilan avulla arvioida epäsuorasti liuoksen kuiva-aine. Eri sokerien aiheuttama kiehumispisteen kohoama riippuu molekyylikoosta: inverttisokeri kohottaa kiehumispistettä enemmän kuin sakkaroosi, joten samaan kuiva-

aineeseen pyrittäessä inverttisokeria sisältävää massaa on keitettävä normaalia "korkeammalle". Vastaavasti runsaasti pitkäketjuisia polysakkarideja sisältävien tärkkelyssiirappien vaikutus kiehumispisteen kohoamaan on hieman pienempi kuin sakkaroosilla. Muunneltaessa makeismassan sokerikoostumusta, vaikutus kiehumispisteeseen on otettava huomioon. Suuret kuiva-aine-erot vaikuttavat massan viskositeettiin ja makeisen ominaisuuksiin. Myös muut valmistusaineet vaikuttavat kiehumispisteeseen. Makeismassan kiehumispiste on aina reseptikohtainen.

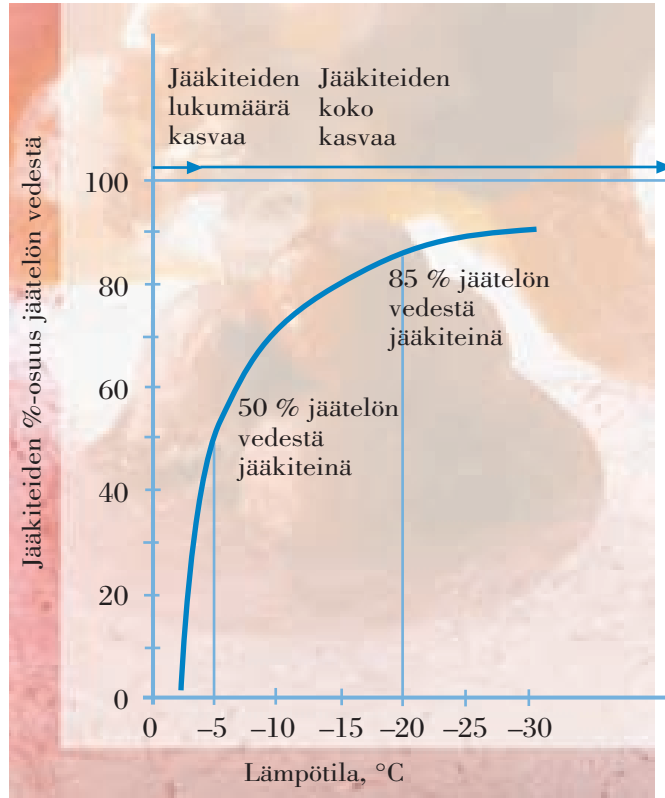
Kiehumislämpötilan vaikutus marmeladikeiton kuiva-aineen määrittämiseen suhteellisen alhaisilla kuiva-ainepitoisuuksilla on selvästi suurempi kuin korkealle keitetyissä kovissa karamelleissa. Marmeladin normaalipaineisessa keitossa +0,5 °C:een ero keittolämpötilassa vaikuttaa kuiva-aineeseen +1 %. Sama lämpötilaero kovia karamelleja keitettäessä on vain +0,2 % lopputuotteen kuiva-aineessa.



Jäätymispisteen alenema

Sokeri alentaa veden jäätymispistettä: 10-prosenttinen sakkaroosin vesiliuos jäätyy $-0,6$ °C:ssa. Laimeissa sokeriliuoksissa jäätymispisteen alenema on lähes suoraan verrannollinen sokerin määrään. Sokeripitoisuuden kasvaessa sokeri- ja vesimolekyylien välinen vuorovaikutus alentaa tehokkaasti jäätymispistettä: 20-prosenttisen sokeriliuoksen jäätymispiste on $-1,5$ °C. Sokerien vaikutus jäätymispisteen alenemaan riippuu molekyylikoosta. Monosakkaridit, kuten fruktoosi, glukoosi tai niiden seos, inverttisokeri, alentavat jäätymispistettä enemmän kuin sakkaroosi.

Jäätelön kuiva-aineesta noin kolmannes on sokeria. Tavallisen kermajäätelön jäätyminen alkaa, kun jäätelömassan lämpötila on noin $-2,5$ °C. Jäätelö on vaahdotettu, jäädytetty o/w-emulsio, jossa vain osa vesifaasista on jääkiteinä. Samoin kuin sokerin kiteytyminen pomadassa, jäätelön samettimainen suutuntumakin edellyttää mahdollisimman monien, riittävän pienten kiteiden muodostumista. Mitä nopeampaa jäätyminen esijäädytyksen aikana on, sitä pienempiä ja lukumääräisesti enemmän jääkiteitä muodostuu. Vispauksen ja jäädytyksen alussa, -5 °C:n lämpötilassa, noin puolet jäätelön sisältämästä vedestä on jäänyt. Kiteytymistä säätelee jäätymättömään vesifaasiin konsentroituneen sokerin viskositeetti.



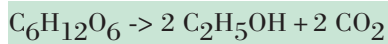
Sokeri kohottaa jäätymättömän jäätelömassan vesifaasin viskositeettia ja säätelee muodostuvien jääkiteiden kokoa ja lukumäärää. Suutuntumaltaan samettimaisen pehmeän jäätelön jääkiteiden optimikoko on noin 5-30 µm. Korkea viskositeetti ja pieni molekyylien liike-energia alhaisessa lämpötilassa estävät sokeria kiteytymästä. Osa jäätelön vedestä ei kiteydy edes karkaisulämpötilassa, jolloin sokeri on lasimaisessa amorfisessa muodossa.

Lämpötilaa alennettaessa jäätymättömän veden määrä pienenee ja siihen liuenneiden sokerien konsentraatio kasvaa. Riittävän matalassa, alle -30 °C:n lämpötilassa sokeriliuos lasittuu ja jään muodostuminen loppuu. Lasittunut sokeriliuos on erillään jääkiteistä ja se jää niiden välille lasittuneeksi, täysin jäädytys-konsentroituneeksi liuokseksi, joka sisältää tyypillisesti noin 80 % sokeria ja 20 % vettä.



Käymiskyky

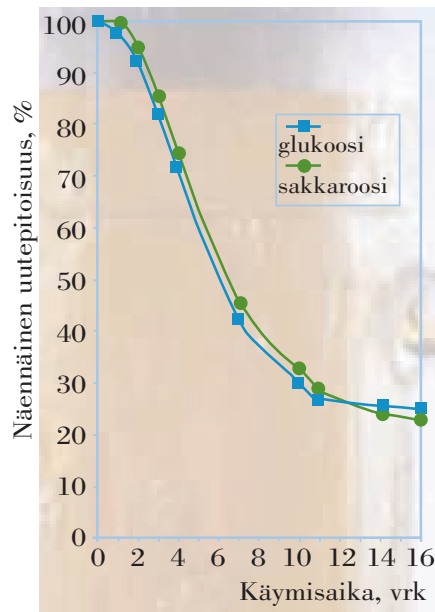
Alkoholikäyminen on vanhin tunnettu käymisprosessi. Hiiva käyttää sokeria energialähteenään ja aineenvaihdunnan lopputuotteena syntyy hiilidioksidia ja alkoholia:



Sokerien käymiskykyyn perustuu mm. hiivan käyttö leivonnassa, rypälemehun käyminen viiniksi, oluen pano ja alkoholin valmistus. Kotimaisten viinien raaka-aineen luontainen sokeripitoisuus on alhaisempi kuin rypäleissä; sokerilisäys on tarpeellinen riittävän alkoholikäymisen aikaansaamiseksi.



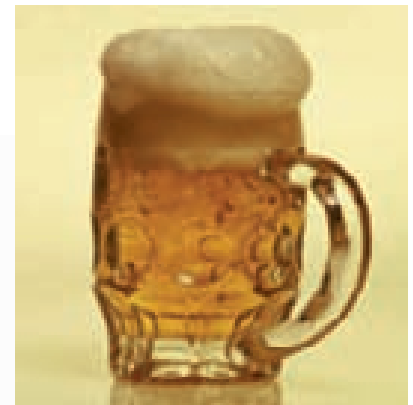
Uutemäärän muutos käymisessä hiiva A15, +10°C



Eri hiivakannoilla on erilainen sokerin käyttönopeus. Sokeriliuoksissa eri sokerit saattavat häiritä toistensa hyväksikäyttöä. Jos samassa liuoksessa on glukoosia ja fruktoosia, ne kilpailevat keskenään samasta solukuljetusmekanismista. Tällöin glukoosi inhiboi fruktoosin käyttöä. Panimokäymisissä glukoosin

läsnäolo inhiboi maltoosin käyttöä, ja vasta käymisen loppuvaiheessa, kun glukoosipitoisuus on alentunut, hiiva käyttää tehokkaammin maltoosia.

Selvitettäessä sakkarosin ja glukoosin vaikutusta käymisen alkamiseen ja käymisnopeuteen lageroluen käymisprosessiin verrattavissa olosuhteissa, käymisen alkuunlähtö oli hieman nopeampaa glukoosilla. Käymisen loppuvaiheessa panimohiiva pystyi käyttämään maltoosia tehokkaammin uutteenä, johon oli lisätty sakkarosia. Sakkarosin näennäinen käymisaste oli 77,3 %. Glukoosilla vastaava luku oli 75,1 %. Käytännössä erot ovat pieniä.



Oluen perinteiset raaka-aineet ovat vesi, ohra ja humala. Idätyksen aikana aktivoituvat entsyymit pilkkovat tärkkelyksen sokeriksi. Lisätty sokeri käy yleensä täydellisesti, jolloin oluen aromi ja maku eli flavori kevenee.

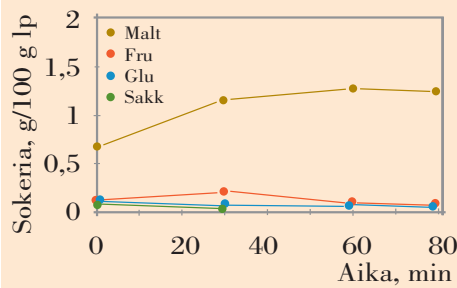
Sokerin käymiskyvyn ansiosta hiivalla kohotettuun leivän syntyy kuohkea rakenne ja haluttu tilavuus. Hiivakäymisen sivutuotteena sokerista muodostuu leivän aromiin ja makuun vaikuttavia yhdisteitä.

Leivinihiiva käyttää energialähteenään yksinkertaisia sokereita. Invertaasientsyymi pilkkoo sakkaroosin glukoosiksi ja fruktoosiksi, ruokaleipätaikinoissa jo sekoituksen alussa. Invertoituminen kuluttaa vettä: 100 grammasta sakkaroosia saadaan 105 grammaa käymiskykyisiä sokereita. Sakkaroosi on siten 105-prosenttisesti käymiskykyinen sokeri.

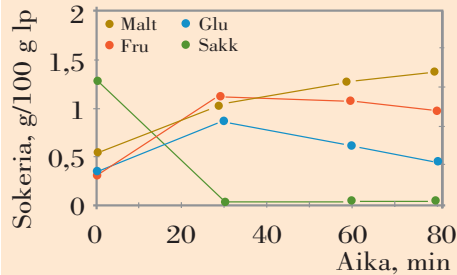
Invertoitumisen jälkeen hiiva käyttää sekä glukoosia että fruktoosia, mutta suosii energialähteenään glukoosia. Eroa käymiskyvyssä ei havaita, jos taikinaan lisätään joko glukoosia tai fruktoosia.

Valmis pulla sisältää vähemmän sokeria kuin taikinaan on lisätty. Osa sokerista kuluu hiivan elintoimintoihin, osa antaa kahvileivälle tyypillisen makean maun. Sakkaroosista suurin osa on invertoitunut glukoosiksi ja fruktoosiksi. Valmiissa pullassa on jäljellä enemmän fruktoosia kuin glukoosia.

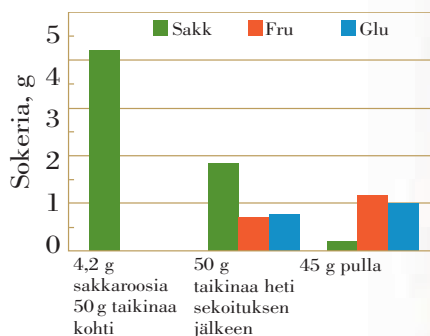
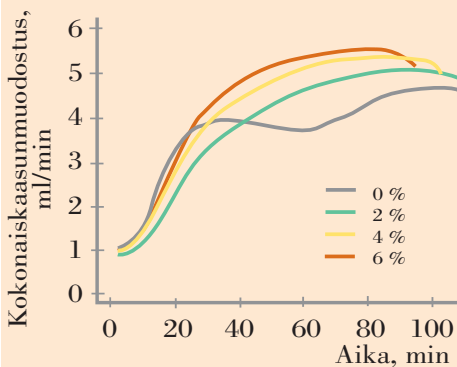
Vaalean ruokaleipätaikinan sokerikoostumus nostatuksen aikana, ilman sokerilisäystä.



Vaalean ruokaleipätaikinan sokerikoostumus nostatuksen aikana, lisätty 2 % sokeria



Kaasunkehitys vaaleassa ruokaleipätaikinaassa, lisätty 0–6 % sokeria



Nostatuksen aikana jauhojen tärkkelyksestä pilkkoutuu maltoosia, hiivan entsyymijärjestelmä ei kuitenkaan indusoidu maltoosin käyttöön niin kauan kuin muita käymiskykyisiä sokereita on saatavilla. Taikinan nouseminen on hidasta.

Sokerilisäys nopeuttaa taikinan nousemista. Paistoväriä muodostuu enemmän ja paistoaika lyhenee. Painotappiot paiston aikana vähenevät ja enemmän kosteutta jää tuotteeseen. Suurin osa sokerista kuluu hiivakäymiseen eikä sokerilisäystä tarvitse ilmoittaa myyntipäällyksimerkinnoissa.

Tasaisesti kohonnut, tilavuudeltaan ja huokoskooltaan paras leivontatulos saadaan, kun vehnäleipätaikinaan lisätään sokeria noin 2 % taikinan painosta. Makeissa kahvi- ja ruokaleivissä maku ja aromi ovat tilavuutta tärkeämpiä: sokerin tai siirapin käyttömäärät ovat korkeampia kuin optimikaasunkehitys edellyttäisi.



Ruskettumisreaktiot

Sakkaroosi osallistuu leipomotuotteille, maitopohjaisille makeisille tai krokantille tyypillisen värin ja aromin syntymiseen invertoiduttuaan pelkistäviksi sokereiksi. Sakkaroosin *karamelloituminen* värillisiksi yhdisteiksi kiteistä tai liuennutta sokeria kuumennettaessa edellyttää korkeaa lämpötilaa. Aminotyyppi katalysoi ruskettumisreaktioita; *Maillardin reaktiossa* pelkistäviä sokereista ja proteiinien tai aminohappojen vapaista aminoryhmistä voi hitaasti polymerisoi-
tua värillisiä yhdisteitä jo huoneenlämpötilassa.

Kun kiteistä sakkaroosia kuumennetaan 160–190 °C:een, se sulaa ja hajoaa karamellille tuoksuvaksi kellertäväksi massaksi, joka kuumennuksen jatkuessa nopeasti ruskettuu.

Lämmityksen ja jäähtymisen säädöllä karamelloituneelle sokerimassalle saadaan toivottu väriaromi. Hallitsemattomana ruskettumisreaktioissa syntyy karvaalle maistuvia ja tuoksuvia yhdisteitä; sokeri "pala". Suurin osa karamelloitumisessa syntyneestä väristä on peräisin sakkaroosimolekyylin fruktoosi-osasta. Ruskettumisreaktioihin osallistuu vain suhteellisen pieni osa sokerista.

Sakkaroosin sulamispiste on välillä 182–192 °C. Fruktoosin sulamispiste on 104 °C ja kidevedettömän glukoosin 146 °C.

Karamelloitumista voidaan säätää korvaamalla osa sakkaroosista vähemmän reaktiivisella glukoosilla tai – haluttaessa enemmän väriä ja aromia – reaktiivisemmalla fruktoosilla.

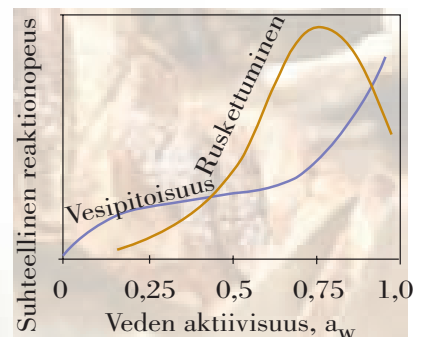
Elintarvikkeiden kuumennusprosesseissa karamelloituminen ja Maillardin reaktio tapahtuvat usein samanaikaisesti.



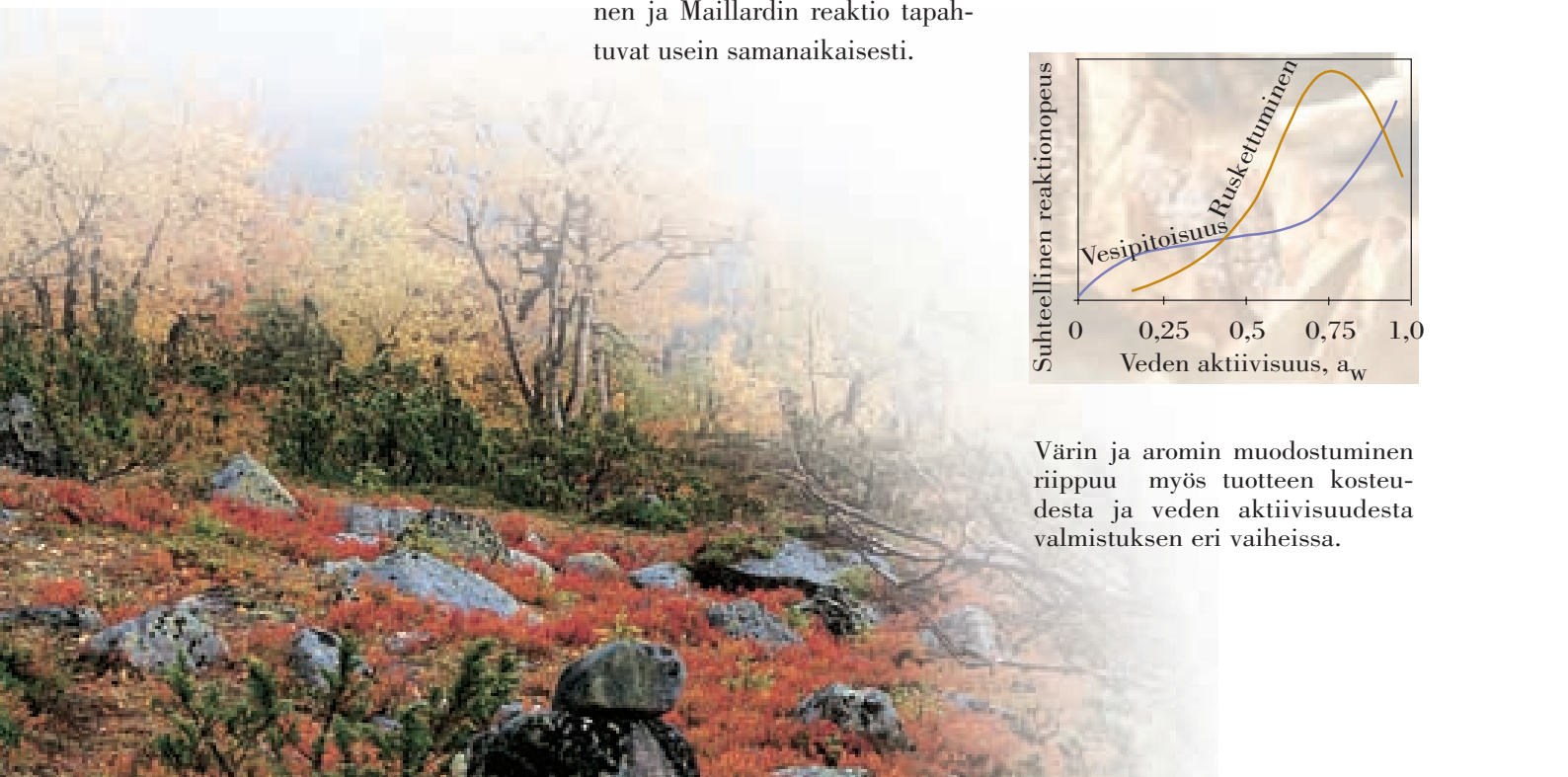
Hiivalla kohotettuihin leipomoherkkuihin invertoitunut sakkaroosi antaa paistoväriä.



Kemiallisesti kohotettuihin kekkeihin, pipareihin ja pikkuleipiin väriä saa inverttisokeria sisältävistä sokerituotteista.



Värin ja aromin muodostuminen riippuu myös tuotteen kosteudesta ja veden aktiivisuudesta valmistuksen eri vaiheissa.





Maillardin reaktio on saanut nimensä ranskalaisen kemistin Louis-Camille Maillardin (1878–1936) mukaan.

Ruskettuminen on sarja monivaiheisia reaktioita, joissa suklaan, paahdetun leivän, pähkinän tai lihan tuoksu ja aromi kehittyvät.

Sokerikoostumus, proteiini-lähde, aminohapon reaktiivisuus ja elintarvikkeen valmistusolosuhteet, kuten kuumennusaika ja -lämpötila sekä happamuus

vaikuttavat syntyvän aromin ja värin voimakkuuteen. Karamelloituminen on tyypillistä happamissa olosuhteissa. Neutraalia pH-aluetta lähestyttäessä Maillardin reaktio on vallitseva. Maillardin reaktion kaikkia yksityiskohtia ei vielä täysin tunneta. Yksinkertaisesti sitä voidaan tutkia kuumentamalla

pelkistävää sokeria (esimerkiksi glukoosia) ja tavallisimpia aminohappoja ja toteamalla reaktiossa syntynyt väri ja aromi:

Glukoosi +	100 °C:ssa syntynyt aromi	100 °C:ssa syntynyt väri	180 °C:ssa syntynyt aromi	Lämpötila °C, jossa ruskettuminen alkaa
Valiini	Ruisleipä	+	Suklaa	80
Leusiini	Makeahko, suklaa	0	Palanut, juusto	120
Prolini	Palanut	++	Leipä	120
Glutamiinihappo	Suklaa	++	Krokantti	130
Arginiini	Popcorn	++++	Palanut sokeri	60
Lysiini	Ei aromia	+++	Leipä	130
Glukoosi ilman aminohappoa	Ei aromia	0	Karamelli	150

0 = ei väriä
 + = lievää ruskettumista
 ++++ = voimakas ruskettumisreaktio



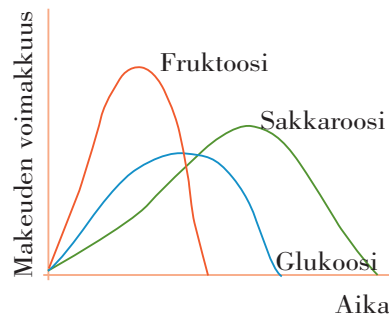
Osa sokerisiirappien väristä ja aromista syntyy karamelloitumisessa, osa sokerin ja sokerikasvin sisältämien muiden yhdisteiden välisessä Maillardin reaktiossa.



Makeus

Makeus on sokerin tunnetuin elintarviketeknologinen ominaisuus. Puhtaiden sokeriliuosten makeus mitataan aistinvaraisesti ja tulokset ilmoitetaan sakkaroosin makeuteen verrattavina suhteellisina makeusarvoina; glukoo si on sakkaroosia vähemmän makeaa ja fruktoosi – lämpötilasta riippuen – yleensä makeampaa. Elintarvikkeen makeutta ajatellen sokerien suhteelliset makeusarvot ovat suuntaa antavia.

Hienokiteinen sokeri maistuu makeammalta kuin karkea kide. Liuenneen sakkaroosin makeus lisääntyy, kun lämpötila kohoaa. Makeuserot aistitaan parhaiten laimeissa sokeriliuksissa, sillä väkevissä pitoisuuksissa makuaistin erottelukyky heikkenee. Ajan suhteen eri sokerien makeuden voimakkuuden aistimisessa ilmenee eroja.



Sakkaroosin, glukoo sin ja fruktoosin makeuden aika-intensiteettisuhde. Fruktoosin ja glukoo sin makeus aistitaan sakkaroosia nopeammin, sakkaroosin makeus taas kestää kauemmin. Osittain invertoitunut sakkaroosi on aika-intensiteettisuhteeltaan tasapainoisin.

Elintarvike on kokonaisuus, jonka aistittavaan laatuun sokeri vaikuttaa. Makeuden lisäksi sokeripitoisuus vaikuttaa elintarvikkeen makuun, aromiin, väriin, rakenteeseen ja ulkonäköön. Sokerin makeus puolestaan riippuu elintarvikkeen ominaisuuksista.

Sokerin määrän lisääminen tai vähentäminen ei ehkä aiheutakaan muutoksia tuotteen makeudessa samassa suhteessa.

Ihminen aistii kokonaisuuksia erittelemättä eri aistimusten alkuperää. Elintarvikkeen ominaisuuksista esimerkiksi väri vaikuttaa makeuden voimakkuuden aistimiseen. Saman verran sokeria sisältävä punainen tai vihreä juoma ei välttämättä maistu yhtä makealta. Punainen väri elintarvikkeissa symboloi kypsyyttä ja voimakkuutta: punaista juomaa tai makeista pidetään usein makeampana kuin vastavia vihreitä tuotteita. Vihreä väri yhdistetään helposti raakaan, karvaalta maistuvaan hedelmään.

Eniten sokerin makeus riippuu elintarvikkeen rakenteesta. Makeuden aistiminen kiinteistä tuotteista on vaikeampaa nestemäisiin verrattuna: 50-prosenttinen sokeriliuos maistuu makeammalta kuin 99,9-prosenttinen sokeri kiinteänä palana. Sokeri-makeinen liukenee suussa vähitellen. Yleensä ihminen aistii tuotteen makeuden miellyttävimpänä, kun osa sokerista on liennut ja syljen sokeripitoisuus on noin 10 %.





Elintarvikkeen makeus ei suoraan riipu sokeripitoisuudesta. Monien runsaastikin sokeria sisältävien tuotteiden kiinteä rakenne hidastaa sokerin liukenemistä suussa ja makeuden aistimista. Esimerkiksi kovaa karamellia imeskeltäessä syljen sokeripitoisuus vastaa virvoitusjuomien sokeripitoisuutta, jonka ihminen aistii miellyttävimpänä.

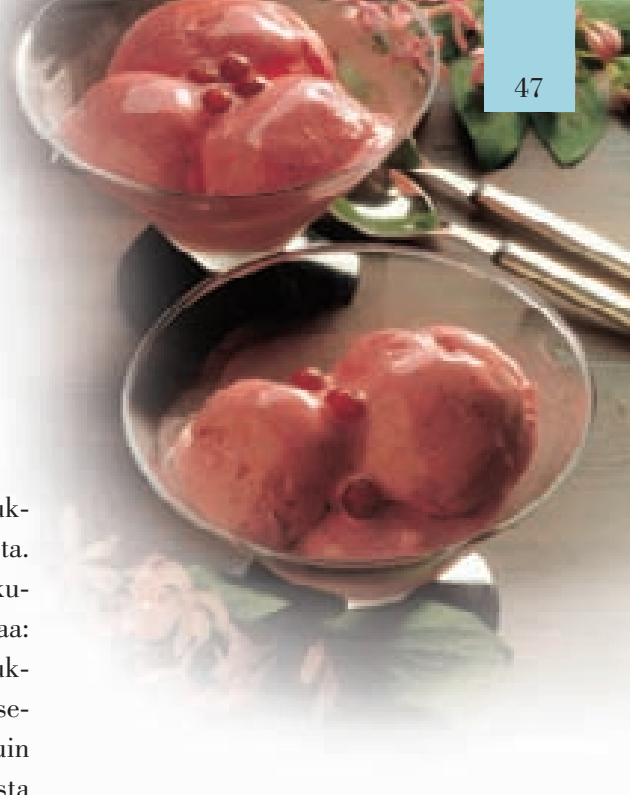
Myös makean maun ja muiden perusmauiksi luokiteltujen makujen, happamuuden, karvauuden ja suolaisuuden, aistimisen välillä esiintyy vuorovaikutusta. Pääsääntöisesti sokerin makeus alentaa happamuutta, karvautta tai suolaisuutta tehokkaammin kuin muut perusmaut alentavat sokerin makeutta.

Makujen vuorovaikutus on aina pitoisuuksista riippuvaa. Kyllin alhainen, 0,5-prosenttinen ruokasuolaliuos voimistaa makeutta. Sokeripitoisuuden kasvessa sitruunahapon hapan maku puolestaan heikkenee eksponen-

tiaalisesti.

Myös eri sokerien makeuksien välillä on vuorovaikutusta. Sokerien makeuden vuorovaikutus on tavallisimmin synergiaa: esimerkiksi sakkaroosin ja fruktoosin laimeat 10-prosenttiset seokset aistitaan makeampina kuin niiden makeuksien summasta voisi päätellä. Tämä pätee erityisesti, kun seoksessa on kolme osaa fruktoosia ja yksi osa sakkaroosia.

Rasva elintarvikkeissa heikentää makeuden aistimista, koska veteen helposti liukeneva sokeri liukenee huonosti rasvoihin. Toisaalta, tietyt rasvaliukoiset emulgaattorit, kuten lesitiini, voivat voimistaa esimerkiksi kaakaajuoman makeaa makua. Sokeri tasapainottaa karvauuden aistimista. Se on perinteinen valmistusaine monissa karvaalta maistuvissa elintarvikkeissa, kuten kaakaossa, suklaassa, kahvissa ja alkoholijuomissa. Sokerin makeus pehmentää ja pyöristää makuaistimusta.



Jäätelön makeuteen vaikuttavat rakenne ja lämpötila. Sama sokerimäärä sulaneessa jäätelössä maistuu makeammalta kuin kiinteässä, vasta pakasteesta otetussa jäätelössä. Sokeri on jäätelön makeuttava valmistusaine, joka alentaa jäätelömassan jäätymisspistettä ja vaikuttaa jäätelön pehmeeyteen tarjoiluvaiheessa.

"Hyppysellinen" sokeria korostaa keitettyjen vihannesten tai liharuokien omaa makua ilman makeutta. Sokeria käytetäänkin monesti mausteen tavoin pitoisuuksissa, jotka alittavat sen makeuden tunnistamiskynnyksen.



Sanasto

- sokerit ja makeutusaineet

ADI (*acceptable daily intake*) enimmäismäärä lisäainetta, esimerkiksi keinotekoisista makeutusainetta, jonka henkilö voi ilman riskiä päivittäin käyttää. Keinotekoisista makeutusaineista sakariinin ADI-arvo on 5 mg/kg henkilön painoa kohti. Aspartaamin ADI-arvo on 40 mg/kg, s. 9 ja s. 50.

Dekstroosi glukoosista suomen kielessä harvemmin käytetty nimitys. Englannin tai saksan kielessä dextrose/Dextrose tarkoittaa glukoosia, glucose/Glucose on usein lyhenne sanasta glucose syrup/Glukosesirup, vrt. tärkkelys- ja glukoosisiirappi.

Dekstroosiekvivalenttiluku (DE-luku) kuvaa tärkkelyksen pilkkoutumisastetta pelkistävien sokerien määränä glukoosiksi laskettuna prosentteina kuiva-aineesta. Alkuperäisen tärkkelyksen DE=0 ja täysin glukoosiksi pilkotun DE=100, s. 11.

Diabetes sokeriaineenvaihdunnan häiriö. Päämuodot täydelliseen insuliininpuutokseen johtava nuoruus-tyypin diabetes (insuliininpuutosdiabetes, tyypin 1 diabetes) ja aikuis-tyypin diabetes (ei-insuliininpuutosdiabetes, tyypin 2 diabetes), s. 13.

Elintarvikemelassi valikoitua, suodatettua hyvin tummaa ruokosokerin puhdistuksessa syntyvää melassia, jolla on muita sokerisiirappeja selvästi voimakkaampi lakritsimainen maku ja aromi. Sisältää sokerin lisäksi hiven- ja kivennäisaineita sekä muita sokerikasvista peräisin olevia yhdisteitä. Voidaan deklaroida (elintarvike)melassina tai (sokeri)siirappina, s. 7.

Energjaravintoaine ravintoaine, josta vapautuu energiaa elimistössä, hiilihydraatit, rasvat, proteiinit (alkoholi), ks. suojaravintoaine, s. 14.

Erikoisvalkoinen sokeri (*extra white sugar*) Sokeridirektiiviin perustuvassa KTM:n sokeriasetuksessa 446/2003 määritelty 1. laatuluokan kidesokeri. Laatuksiteerit ovat polarisaatio (sokeripitoisuus), inverttisokeripitoisuus, tuhka, väri-tyyppi ja liuosväri, s. 5.

E-koodi EU:n turvalliseksi arvioima lisäaine. Elintarvikkeen lisäaineet on aina ilmoitettava pakkausmerkin-

noissä käyttötarkoitusta kuvaavalla ryhmänimellä sekä numerotunnuk-sella tai lisäineen nimellä, s. 9.

Fariinisokeri, lisäineen siirapilla pinnoitettu kidesokeri.

Fenyyliketouria Suomessa harvinaisen aineenvaihduntasairaus. Sairastuneen ruokavaliossa rajoitetaan fenyylialaniinin saantia, jota on monissa proteiinipitoisissa ruoissa ja keinotekoisena makeutusaineena käytettävissä aspartaamissa.

Fondant ks. pomadajauhe s. 7.

Fruktoosi (hedelmäsokeri), monosakkaridi, s. 8.

Fotosynteesi kaiken elämän perusta maapallolla, kasvit sitovat aurin-gon säteilyä ja muuntavat sen kemialliseksi energiaksi, jota käytetään hiilidioksidin pelkistämiseen orgaanisiksi yhdisteiksi, kuten sokeriksi, tärkkelykseksi ja selluloosaksi, s. 2.

Hedelmäsokeri ks. fruktoosi.

Glukoosi (rypälesokeri), monosakkaridi, s. 8 ja s. 13, ks. dekstroosi vrt. glukoosisiirappi ja tärkkelyssiirappi.

Glukoosi-fruktoosisiirappi Neste 70 FSS:n nimitys sokeriasetuksessa ja päällysmarkkinnoissa.

Glukoosisiirappi ks. tärkkelyssiirappi, vrt. glukoosi ja dekstroosi.

Glykoosi vanhahtava nimitys glukoosisiirapille.

Glykeeminen indeksi (GI) tutkittavan ruoka-aineen aiheuttama verensokeritason nousu suhteessa vertailu-aineen (glukoosi tai vaalea leipä) aiheuttamaan verensokeritason nousuun mitattuna 2 tunnin aikana, s. 13.

Glykogeeni glukoosista muodostunut hiilihydraattien varastointimuoto elimistössä, jolla on tärkeä merkitys verensokerin säätelyssä, s. 12.

Hiilihydraatit energiaa tuottavia ravintoaineita, joita esiintyy pääasiassa kasvikuunnassa, s. 11.

Intensiivimakeuttajat (keinotekoi-nen makeutusaineet), joka ei sisällä lainkaan energiaa tai on vähäisen

käyttömääränsä perusteella energia-ton, ks. keinotekoinen makeutusaine. EU:n makeutusainedirektiiviin ja sen muutokseen 2004/46/EY perustuvan KTM:n asetuksen 117/2005 sallimat intensiivimakeuttajat
* asesulfaami K (E 950)
* aspartaami (E 951)
* sakariini (E 954)
* sykramaatti E 952)
* neohesperidiini DC (E 959)
* sukraloosi (E 955)
* aspartaamiasulfaamin suola (E 962)
* taumatiini (E 957)
ks. taulukko s. 50.

Isoglukoosi ks. tärkkelysnestesokeri, Neste 70 FSS.

Isomeroosi ks. tärkkelysnestesokeri, Neste 70 FSS.

Invertoituminen sakkaroosin hydrolyysi glukoosiksi ja fruktoosiksi. Nimitys perustuu polarimetrisesti määritetyn sokeriliuoksen valonkier-tokyvyn muuttumiseen oikealle kiertävästä vasemmalle kiertäväksi invertoitumisen aikana (*inversion* =*kääntäminen*), s. 8, s. 36.

Inverttisokeri glukoosin ja fruktoosin seos, jota syntyy sakkaroosista invertoitumalla.

Juurikas- tai ruokosokeri sokeri eli sakkaroosi, s. 4 ja s. 8.

Karies suun bakteerien aiheuttama infektiosairaus, jossa bakteerit muodostavat käymiskykyisistä hiilihydraateista happoa. Hampaiden reikiintyminen on seuraus syljen happamuuden lisääntymisen aiheuttamasta kovakudoksen demineralisoitumisesta, s. 20.

Keinotekoiset makeutusaineet ks. intensiivimakeuttaja ja makeutusaine.

Kilojoule, kJ energian yksikkö, 1 kJ=0,239 kcal.

Kilokalori, kcal energian yksikkö, 1kcal = 4,184 kJ.

Kuitu ks. ravintokuitu, s.12.

Koivusokeri eli ksylitoli, s. 9 ja s. 21.

Laktoosi eli maitosokeri galaktosista

ja glukoosista koostuva disakkaridi, s. 8.

Makeutusaine aine, joka antaa makeaa makua elintarvikkeeseen, mutta joka ei ole mono- tai disakkaridi (KTM:n asetus 117/2005), s. 9, ja s. 50.

Maltodekstriini tärkkelyksen jauhemainen hydrolyysiutuote, jossa glukoosiksi, maltoosiksi ja maltotriiosiksi pilkotun tärkkelyksen osuus on alhaisempi kuin tärkkelyssiirapeilla, DE-luku < 20.

Maltoosi mallassokeri, kahdesta glukoosiyksiköstä koostuva disakkaridi, s. 8.

Nestesokeri sakkaroosi- tai tärkkelyspohjainen käyttövalmis sokeriliuos, s. 6 (Neste 77, Neste 77F ja Neste 67 S). Neste 70 FSS ks. tärkkelysnestesokeri ja glukoosifruktosisiirappi.

Oligosakkaridi lyhytketjuinen, yleensä noin 3–9 monosakkaridiyksiköstä muodostunut suoraketjuinen tai haaroittunut hiilihydraatti.

Perusmaku käsitys neljästä perusmausta, makeasta (sakkaroosi), suolaisesta (ruokasuola), happamasta (sitruunahappo) ja karvaasta (kofeiini), perustuu käytännön kokemukseen, jonka mukaan suurin osa makuaistimuksista on voitu luokitella näihin luokkiin. Makufysiologisia luokitteluperusteita neljälle perusmaulle ei ole, vaikka kielen eri alueiden herkkyys eri mauille vaihtelee. Viidenneksi "perusmauksi" on tarjottu mm. mauntehostajana tunnetun natriumglutamaatin aiheuttamaa aistimusta, *umamia*, s. 46.

Polyoli eli sokerialkoholi valmistetaan sokereita pelkistämällä. Esimerkiksi sorbitoli on glukoosista valmistettu sokerialkoholi. Luokitellaan elintarvikelainsäädännössä makeutusaineeksi.

KTM:n Makeutusaineasetuksessa 117/2005 sallitut polyolit:

- * erytritoli (E 968)
 - * sorbitoli (E 420)
 - * mannitoli (E 421)
 - * isomalt (E 953)
 - * maltitoli (E 965)
 - * laktitoli (E 966)
 - * ksylitoli (E 967)
- ks. taulukko s. 50.

Pomadajauhe erittäin hienojakoiseksi jauhetun sokerin ja kuivatun tärkkelyssiirapin seos, josta saa helposti sokerikuorrutetta (pomadaa) lisäämällä vettä, s. 7.

Raakasokeri sokerijuurikkaasta tai -ruo'osta erotettu sokeriteollisuuden raaka-aine, joka ei sellaisenaan vielä täytä elintarvikkeille asetettuja hygieniavaatimuksia, s. 4–5.

Raesokeri leivonnaisten koristelusokeri, s. 7.

Ravintoainetiheys ruoan laatu energiyksikköä kohti mg/MJ tai mg/1000 kcal.

Ravintokuitu kasvikunnan tuotteista peräisin oleva ravinnon sulamaton jäännös, jota ihmisen ruoansulatusentsyymit eivät pysty pilkkomaan, s. 12.

Ravintotase yhteenvedo tärkeimpien elintarvikeryhmien tuotannosta, kotimaisesta käytöstä ja kulutuksesta. Ravintotaseen perusteella lasketut elintarvikkeiden kulutusluvut henkeä kohti ovat usein olennaisesti suurempia kuin ravinnonkäytöhaastatteluihin perustuvat todelliset kulutusluvut.

Rypälesokeri, ks. glukoosi.

Sakkaroosi glukoosista ja fruktoosista koostuva disakkaridi, yleisin elintarvikkeiden sokeri, puhekielessä ja pakkausmerkinnöissä sokeri, s. 10.

Sokeri sakkaroosin ja inverttisokerin yleisnimi (pakkausmerkinnät). Kaikki luontaiset tai lisätyt ruoassa esiintyvät mono- ja disakkaridit (ravintoarvomerkinnät), s. 8 ja 10.

Sokerialkoholi, ks. polyoli.

Sokerisiirappi kiteisen sokerin puhdistuksen yhteydessä syntyvistä sokeriliuoksista koostettu tumma, aromikas sokeriliuos, s. 7.

Sokeriton ravitsemuksellinen väite elintarvikkeiden päällysmarkkinöissä, kun tuote ei sisällä mono- tai disakkarideja, s. 9.

Suhteellinen makeus luontaisesti tai lisätyn aistinvaraisesti määri-

tetty tutkittavan sokerin tai makeutusaineen makeus suhteessa sakkaroosin makeuteen, jolle annetaan arvo 100 tai 1, s. 46 ja s. 50.

Suoja ravintoaine puutostaudeilta suojaava ravintoaine, valkuuaisaineet (proteiinit), vitamiinit ja kivennäis- ja hivenaineet.

Tomusokeri sakkaroosituote, valmistetaan kidesokerista jauhamalla, s. 7.

Tärkkelysnestesokeri Neste 70 FSS, tärkkelyspohjainen sokerituote, pääasiassa glukoosin ja fruktoosin vesiliuos. Kutsutaan myös isoglukoosiksi, isomeroosiksi, englanninkielisiä lyhenteitä HFCS (*high fructose corn syrup*), HFCS (*high fructose glucose syrup*) ja HFS (*high fructose syrup*), s. 11. (Ainesosaluettelossa glukoosi-fruktoosisiirappi Neste 70 FSS).

Tärkkelyssiirappi tärkkelyksestä hydrolysoitu glukoosin, maltoosin, maltotriiosin ja korkeampien sakkariidien vesiliuos. EU-lainsäädännössä vastaava termi on glukoosisiirappi, vrt. glukoosi ja dekstroosi. Tärkkelyssiirappi on pakkausmerkintäasetuksen (1084/2004) mukainen yleisnimi tärkkelyksestä hydrolysoituille sokerien ja oligosakkaridien vesiliuoksille. Sokeriasetuksessa (KTMa 446/2003) vastaava termi on glukoosisiirappi.

Vahterasiirappi vaahteran mahalasta konsentroimalla valmistettu kanadalainen sokerituote. Sisältää sakkaroosia, orgaanisia happoja ja sokerin karamellisoitumistuotteita.

Valkoinen sokeri eli valkosokeri (*white sugar*) EU-sokeridirektiivin 2. laatu-luokan kidesokeri. Kaikkiaan sokeridirektiiviin 2001/111/EY perustuvassa KTM:n asetuksessa on kolme laatunormia. Kaupallisia laatunormeja on neljä, ks. erikoisvalkosokeri, s. 5.

Verensokeri veren glukoosipitoisuus terveellä ihmisellä pysyy insuliinin ja eräiden muiden hormonien avulla oikealla tasolla energiantarpeen ja aivojen toiminnan kannalta. Aivot käyttävät noin 140 grammaa glukoosia vuorokaudessa, s. 13.

Sokerien aineominaisuuksia

OMINAISUUS	YKSIKKÖ	SAKKAROOSI α -D-Glu (anh.)	GLUKOOSI	FRUKTOOSI	INVERTTI-SOKERI
Molekyyllipaino	g/mol	342	180	180	180+180
Rakenne		pelkistämätön disakkaridi	pelkistävä monosakkaridi (aldoosi)	pelkistävä monosakkaridi (ketoosi)	monosakkaridi-seos 1:1
Sulamispiste	°C	185-186	146	103-105	–
Liukoisuusluku	% w/w, 20°C	66,7	47,2	79,3	62,6
Liukenemislämpö	kJ/mol	–5,5	–20,9	–9,04	–

Elintarvikkeiden makeuttajien luokittelu ja ominaisuudet

SOKERIT	Valmistusaine/ lisäaine Lisäaineen E-tunnus	Merkitys energia- lähteenä	Hammas- ystävällisyys	Laksatiivisuus	Suhteellinen makeus (Sakkaroosi = 100)	Makeuden lisäksi muita elintarvike- teknologisia ominaisuuksia
Sakkaroosi	valmistusaine	17 kJ/g	ei	ei	100	on
Glukoosi	valmistusaine	17 kJ/g	ei	ei	70	on
Fruktoosi	valmistusaine	17 kJ/g	ei	ei	120	on
TÄRKKELYS-SIIRAPIT						
	valmistusaineita	17 kJ/g	ei	ei	40–60	on
SOKERI-ALKOHOLIT						
Sorbitoli	lisäaine, E 420	10 kJ/g*)	on	kyllä	60	on
Mannitoli	lisäaine, E 421	10 kJ/g*)	on	kyllä	50	on
Isomalti	lisäaine, E 953	10 kJ/g*)	on	kyllä	60	on
Maltitoli	lisäaine, E 965	10 kJ/g*)	on	kyllä	80	on
Laktitoli	lisäaine, E 966	10 kJ/g*)	on	kyllä	35	on
Ksylitoli	lisäaine, E 967	10 kJ/g*)	on	kyllä	100	on
Erytritoli	lisäaine, E 968	0,8 kJ/g	on	hieman	65	on
KEINOTEKOISET MAKEUTUSAINHEET						
Aspartaami	lisäaine, E 951	0	-	-	18 000	ei
Aspartaami- asesulfaamisuola	lisäaine, E 962	0	-	-	35 000	ei
Asesulfaami K	lisäaine, E 950	0	-	-	20 000	ei
Sakariini	lisäaine, E 954	0	-	-	30 000	ei
Sukraloosi	lisäaine, E 955	0	-	-	60 000	ei
Syklamaatti	lisäaine, E 952	0	-	-	3 000	ei
Taumatiiini	lisäaine, E 957	0	-	-	300 000	ei
NeohesperidiiniDC	lisäaine, E 959	0	-	-	125 000	ei

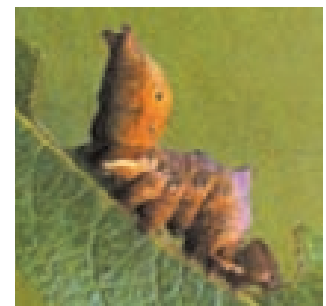
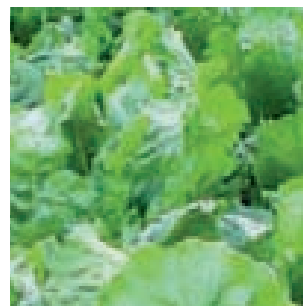
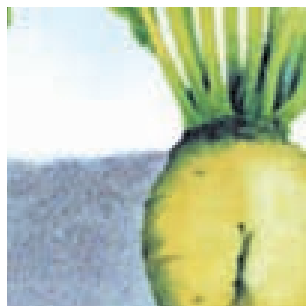
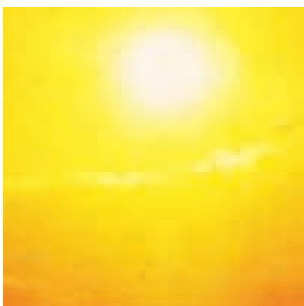
*)KTMp elintarvikkeiden ravintoarvomerkinnöistä 1496/1993

Sokeri on enemmän kuin makeuttaja



Hiivalla kohotetut leipomotuotteet	Kakut, pikkuleivät, keksit	Hillot, hyytelöt, marmeladit	Makeiset	Jäätelö, jäädytetyt jälkiruoat	Jälkiruoat, vanukkaat, jogurtit	Olut, viini, siideri	Virvoitusjuomat, mehut, likööri	Etikka- ja suolasäilykkeet	Liharuuat, einekset
------------------------------------	----------------------------	------------------------------	----------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------------

Helposti liukeneva	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Uudelleen kiteytyvä		●		●					
Amorfinen	●	●		●	●				
Viskositeetin kohottaja		●	●	●	●	●	●		
Hiivan energianlähde	●					●			
Värin ja aromin muodostaja	●	●		●		●			●
Veden aktiivisuuden alentaja		●	●	●					
C-vitamiinin, värin ja aromin säilyttäjä			●			●		●	
Pektiinigeelin muodostaja			●	●					
Kiehumispisteen kohottaja			●	●					
Jäätymispisteen laskija					●				
Vuorovaikuttaja tärkkelyksen kanssa	●	●		●		●			
Vuorovaikuttaja proteiinin kanssa	●	●		●		●			
Rakenteen muodostaja	●	●	●	●	●	●	●		
Aromin korostaja			●	●	●		●		●
Maun parantaja	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Energia- ja ravintoaine	●	●	●	●	●	●	●	●	●





SOKERI



- Sokerin tunnus kertoo auringosta ja sokerin synnystä vihreissä kasveissa.
- Evoluution tuloksena makuaisti on kehittynyt tunnistamaan ja pitämään kasvien sokeripitoisista osista. Makea maku koetaan synnynnäisesti miellyttävänä.
- Sokerilla on keskeinen asema luonnon kiertokulussa. Makean maun lisäksi sokerilla on useita elintarvikkeen rakenteeseen, ulkonäköön tai säilyvyyteen vaikuttavia ominaisuuksia.
- Teollisuus erottaa sokerin kasveista.
- Sokeri voi olla myös tasapainoisen ja monipuolisen ruokavalion osa. Sokeri ei ole sen lihottavampaa kuin ylen määrin syöty ruoka yleensä.
- Sokerissa ei ole lisäaineita.
- Sokeri maistuu luonnollisen hyvältä.



- Sugar Power -tunnus kertoo kasveihin ja eläimiin varastoituneesta auringon energiasta, joka vapautuu sokerina solun käyttöön. Sokeri elintarvikkeissa on elinvoimaa.
- Sokeri on hiilihydraatti, elimistön keskeinen energialähde.
- Sokeri nostaa verensokeria, lisää kylläisyyttä ja poistaa nälän tunnetta toisin kuin keinotekoiset makeutusaineet.
- Verensokeri on aivojen tärkein energianlähde. Siksi myös kohtuullisesti käytetty elintarvikkeiden sokeri parantaa vireystasoa.

**Suomen Sokeri Oy**

02460 Kantvik

Puh. 010 431 010

Fax 010 431 5744

Sähköposti:

suomen.sokeri@danisco.com

www.danisco.com

www.suomensokeri.fi

www.suomensokeri.com